GEORG NADSON.

580.8
Reprints

QR
99.63
N33
1895
BOT

SMITHSONIAN
INSTITUTION
LIBRARIES

From the Library of

E. YALE DAWSON

UEBER DEN BAU DES CYANOPHYCEEN-PROTOPLASTES.

von

Georg Nadson.

I, 6410

О СТРОЕНІИ ПРОТОПЛАСТА

ЦІАНОВЫХЪ ВОДОРОСЛЕЙ

(Cyanophyceae s. Phycochromaceae).

Georgiy Nadson

Георгія Надсона.

LIBRARY OF CONGRESS
384139
MAY 1896
CANCELLED
SMITHSONIAN DEPOSIT.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія В. Демакова. Новый пер., д. № 7.
1895.

JAN 17 1934
NATIONAL MUSEUM

UEBER DEN BAU DES CYANOPHYCEEN-PROTOPLASTES.

von

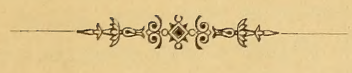
Georg Nadson.

О СТРОЕНІИ ПРОТОПЛАСТА

ЦІАНОВЫХЪ ВОДОРОСЛЕЙ

(Cyanophyceae s. Phycochromaceae).

Георгія Надсона.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія В. Демакова. Новый пер., д. № 7.
1895.

QR
99.63
N33
1895
BOT

Печатано по распоряженію Ботаническаго кабинета С.-Петербургскаго Университета.

SMITHSONIAN
MAY 12 1999
LIBRARIES

ПРЕДИСЛОВІЕ.

О протопластѣ ціановыхъ или фикохромовыхъ водорослей *(Cyanophyceae s. Phycochromaceae)* въ послѣднее время писали довольно много, но показанія различныхъ авторовъ плохо согласуются между собой, а нерѣдко и прямо другъ другу противорѣчатъ. Отсюда вытекаетъ необходимость новыхъ разслѣдованій,—тѣмъ болѣе, что съ разрѣшеніемъ вопроса о внутреннемъ устройствѣ клѣтокъ ціановыхъ водорослей (и родственныхъ имъ бактерій) связано выясненіе нѣкоторыхъ общихъ вопросовъ біологіи.

Первыя, немногочисленныя впрочемъ, наблюденія надъ осцилляріями были мною сдѣланы въ 1891 г. Затѣмъ я продолжалъ заниматься весной и лѣтомъ 1892 г. въ Гейдельбергѣ въ лабораторіи и подъ руководствомъ проф. О. Бючли, а потомъ (1892—1893 г.) опять въ С.-Петербургѣ въ Ботаническомъ кабинетѣ Императорскаго Университета. Хотя всѣ болѣе существенныя фактическія данныя были добыты мною еще до начала зимы 1892 года, но желая объективнѣе обдумать ихъ и будучи къ тому же занятъ другими работами, я медлилъ обнародовать ихъ [1]).

При составленіи настоящаго сочиненія на краткость изложенія обращено особенное вниманіе; поэтому, быть можетъ, нѣкоторыя мѣста покажутся черезчуръ сжатыми. Вся работа раздѣлена на 3 главы. Въ I-ой я излагаю, придерживаясь хронологическаго по-

---

[1]) Предварительное сообщеніе сдѣлано мною 17 ноября 1893 г. въ засѣданіи Ботаническаго отдѣленія С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей.

рядка, наблюденія и выводы различныхъ авторовъ, притомъ, гдѣ возможно и удобно, ихъ собственными словами. Въ критическую же оцѣнку этихъ наблюденій и выводовъ, равно какъ и тѣхъ методовъ, при помощи которыхъ они были добыты, я не вдаюсь здѣсь. По мѣрѣ надобности это сдѣлано въ слѣдующихъ главахъ. Во II-ой главѣ я описываю собственныя изслѣдованія, а III-ья посвящена сопоставленіямъ и выводамъ. Въ концѣ III-ей главы приложенъ списокъ литературы вопроса.

Чтобы закончить это предисловіе, мнѣ остается еще исполнить долгъ — принести глубочайшую благодарность проф. О. Бючли за его весьма цѣнные для меня совѣты и указанія.

Весьма благодаренъ я также Физико-Математическому Факультету Императорскаго С.-Петербургскаго университета за оказанную мнѣ субсидію на изданіе этого сочиненія, глубокоуважаемому наставнику моему проф. Хр. Я. Гоби за участіе къ моей работѣ, В. Т. Шевякову и Р. Лаутерборну за любезное снабженіе меня нѣкоторыми книгами и водорослями.

С.-Петербургъ.
Ботаническій кабинетъ Императорскаго университета
30 мая 1894 г.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Обзоръ литературы.

До конца 70-хъ или начала 80-хъ годовъ о морфологическомъ составѣ и строеніи протопласта ціановыхъ водорослей извѣстно было очень мало.

У огромнаго большинства формъ изслѣдователи описывали клѣточное содержимое, какъ однообразно покрашенную фикохромомъ массу, въ которой замѣтны мелкія зернышки, но нельзя отличить ни ядра, ни хроматофоровъ [1]).

Въ 1879 г. Шмицъ [2]) сообщилъ, что ему удалось обнаружить клѣточное ядро у Gloeocapsa polydermatica и у Anabaena flos aquae, что онъ не сомнѣвается также въ существованіи ядра у Oscillaria princeps, хотя въ послѣднемъ случаѣ не можетъ пока обставить свое открытіе всѣми надлежащими доказательствами. Безъядерныхъ организмовъ, по его мнѣнію, нѣтъ вообще въ отдѣлѣ *Thallophyta*,— нѣтъ и безъядерныхъ ціановыхъ водорослей [3]).

Но уже въ слѣдующемъ году Шмицъ совершенно измѣнилъ свой взглядъ. Ссылаясь на несовершенство ранѣе примѣненнаго имъ метода, онъ заявилъ, что описанныя имъ ядра у *Gloeocapsa polydermatica* вовсе не ядра, а лишь «болѣе крупныя микрозомы resp. хроматиновыя зерна» [4]) и, что вслѣдствіе такого рода новыхъ наблюденій онъ принужденъ признать клѣтки ціановыхъ водорослей по прежнему безъядерными [5]).

---

[1]) Ср. для примѣр. описаніе въ книгѣ Рабенгорста (Rabenhorst *1*, 1 [№ 1-й въ спискѣ литературы, стран. 1-я]) и въ учебникѣ Сакса (Sachs *2*, 250),

[2]) Schmitz. (*3*, 12—13).

[3]) Schmitz *3*, 22.

[4]) Schmitz *4*, 40: «Die angeblichen Zellkerne von *Gloeocapsa* sind keine Zellkerne, sondern nur grössere Mikrosomen resp. Chromatinkörnchen».

[5]) Schmitz *4*, 42: «Nach meinen bisherigen Beobachtungen muss ich

*

На этомъ Шмицъ и остановился. Въ слѣдующемъ своемъ, извѣстномъ сочиненіи о хроматофорахъ водорослей, вышедшемъ въ 1882 г., онъ уже вполнѣ опредѣленно говоритъ объ отсутствіи у *Cyanophyceae* какъ клѣточнаго ядра, такъ и обособленныхъ хроматофоровъ [6]). «Скорѣе, прибавляетъ онъ, здѣсь вся протоплазма клѣтки разомъ исполняетъ тѣ функціи, которыя у настоящихъ водорослей переносятся обыкновенно на обособленные органы: клѣточныя ядра и хроматофоры» [7]). Формулированный въ такомъ видѣ, взглядъ этотъ нашелъ потомъ не мало сторонниковъ,—тѣмъ болѣе, что онъ не расходился съ видимостью, не противорѣчилъ тому, что раньше было извѣстно, да къ тому же еще покоился на рядѣ новыхъ изслѣдованій компетентнаго автора [8]).

Въ силу большой разницы во внутренней организаціи между ціановыми и остальными водорослями Шмицъ предложилъ даже выдѣлить ціановыя водоросли изъ рядовъ водорослей и составить изъ нихъ (и родственныхъ имъ бактерій) особый классъ въ отдѣлѣ нисшихъ споровыхъ растеній (*Thallophyta*) — классъ *дробянокъ* (*Schizophyta*). Такимъ образомъ отдѣлъ *Thallophyta* долженъ распадаться на 3 класса: грибовъ, водорослей и дробянокъ [9]).

Въ 1882 г. Цопфъ [10]) описалъ лентообразные развѣтвленные хроматофоры у *Phragmonema sordidum*, водоросли имъ открытой и причисленной къ ціановымъ. Шмицъ [11]) нашелъ у *Phragmonema* и ядро, но высказалъ вмѣстѣ съ тѣмъ сомнѣніе относительно принадлежности ея къ группѣ ціановыхъ водорослей; сомнѣніе это раздѣляли впослѣдствіи и другіе изслѣдователи.

Въ 1883 г. Вилле [12]) извѣстилъ, что видѣлъ ядра у *Tolypothrix lanata*: въ живыхъ водоросляхъ и на окрашенныхъ препаратахъ. Однако, обладаніе ядромъ, по его мнѣнію, необязательно для всѣхъ прочихъ *Cyanophyceae*, и можно полагать, что оно имѣется

---

deshalb diese Zellen der Phycochromaceen (denen sich wohl die nachstverwandten Bakterien anschliessen dürften) für kernlos erklären».

[6]) Schmitz *5*, 9.

[7]) Schmitz *5*, 9—10: «Das gesammte Protoplasma der Zelle versieht vielmehr hier die Funktionen, die bei den ächten Algen den besonders geformten Organen der Zellkerne und der Chromatophoren übertragen zu sein pflegen zugleich mit.».

[8]) Schmitz *5*, 9.

[9]) Schmitz *5*, 10.

[10]) Zopf *6*, 49.

[11]) Schmitz *5*, 9, 173—4.

[12]) Wille *7*, 243—4.

только у болѣе развитыхъ формъ. Въ этомъ же сочиненіи Вилле описалъ протоплазматическія соединенія между сосѣдними клѣтками у *Stigonema compactum* [13]).

Въ слѣдующихъ 1884—1885 годахъ неоднократно шла рѣчь о хроматофорахъ и ядрахъ у ціановыхъ водорослей. Такъ Тангль [14]) описалъ и изобразилъ пластинчатый хроматофоръ чисто синяго цвѣта у *Plaxonema oscillans*, водоросли, имъ открытой и ничѣмъ не отличающейся отъ осциллярій, кромѣ обладанія этимъ хроматофоромъ. Ядра у *Plaxonema* Тангль не нашелъ, но упоминаетъ о зернахъ, окрашивающихся подобно хроматиновымъ [15]).

Далѣе, Лагергеймомъ [16]) были описаны обособленные хроматофоры въ клѣткахъ *Glaucocystis Nostochinearum*. По его словамъ хроматофоръ имѣется и у *Hormospora ramosa Tw.*

Гансгиргъ [17]) описалъ хроматофоры *Chroodactylum Wolleanum* [17a]) (звѣздчатый съ явственнымъ центральнымъ пиреноидомъ), *Chroothece Richteriana*, *Chroococcus turgidus*, *Urococcus insignis*. У *Chroodactylum* онъ замѣтилъ также большое, эксцентрично расположенное ядро, тогда какъ у *Lyngbya (Oscillaria)* не могъ разглядѣть ни хроматофоровъ, ни ядра.

Наоборотъ Рейнгардъ [18]) въ своей обширной работѣ о черноморскихъ водоросляхъ, описываетъ ядро у осциллярій, именно у *Oscillaria major* (?). Хотя обнаружить ядро у нея не всегда легко и наблюдать его удается не во всѣхъ клѣткахъ, авторъ тѣмъ не менѣе замѣчаетъ: «я вынесъ твердое убѣжденіе въ существованіи у нея клѣточныхъ ядеръ; почему полагаю, что то, въ чемъ Schmitz— какъ мы выше видѣли — подозрѣвалъ первоначально клѣточныя ядра — и дѣйствительно были ядра». Хроматофоры и ядро съ ядрышкомъ Рейнгардъ нашелъ еще у синезеленой водоросли *Glauconema ramosa* Reinh, причисленной имъ впрочемъ къ группѣ *Cyanophyceae* только «провизорно» [19]).

Весьма опредѣленное сужденіе объ ядрѣ ціановыхъ водорослей, обладающихъ гетероцистами, находимъ у Борне и Флаго [20]):

---

[13]) Wille *7*, 245—6.
[14]) Tangl *8*, 2, 3, 11.
[15]) Tangl *8*, 2—3.
[16]) Lagerheim *9*, 303—4.
[17]) Hansgirg *10*, *14*, *15*, *29*.
[17a]) Asterocytis ramosus (Thwaites) Gobi. См. Гоби *82*, 85—6.
[18]) Рейнгардъ *11*, 242—4.
[19]) Рейнгардъ *11*, 244—6.
[20]) Bornet et Flahault *12*, 326.

«Nous n'avons rencontré de noyau distinct dans aucune espèce de ce groupe». Плазматическое содержимое клѣтокъ, по ихъ словамъ, однообразно окрашено пигментомъ и содержитъ зернышки бѣлковаго вещества (de nature protéique).

Сходное мнѣніе высказалъ и Страсбургеръ [21]) о всѣхъ вообще ціановыхъ водоросляхъ: морфологически обособленнаго ядра и хроматофоровъ у нихъ нѣтъ, вся масса клѣточнаго содержимаго окрашена пигментомъ, а въ ней разсѣяны маленькія зернышки, реагирующія, какъ ядерное вещество.

Спеціальнымъ предметомъ разслѣдованія Борзи [22]) были сообщенія между клѣтками у *Nostocaceae* и у другихъ ціановыхъ водорослей, но въ работѣ его находимъ также указанія и относительно состава клѣточнаго содержимаго. По наблюденіямъ Борзи, настоящаго ядра и хроматофоровъ у изученныхъ имъ водорослей нѣтъ, но есть «мельчайшія зернышки бѣлковаго вещества» [23]). «Вѣроятно, замѣчаетъ онъ, мы имѣемъ дѣло съ ядромъ едва обозначеннымъ или лучше низведеннымъ до однихъ только крупинъ хроматина, свободно погруженныхъ и сливающихся съ окружающей протоплазмой» [24]). Кромѣ этихъ крупинъ или зеренъ Борзи описываетъ еще и иныя, которымъ даетъ названіе ціанофициновыхъ «*Cianoficina*» [25]). Эти зернышки, то разсѣяны по всей клѣткѣ, то, какъ у нѣкоторыхъ осциллярій, скучены у поперечныхъ перегородокъ. Извѣстны они были давно, но Борзи первый довольно обстоятельно описалъ ихъ реакціи. По его мнѣнію, они близки по составу къ той студени, въ которую погружены нити ностоковъ, по функціи же являются запаснымъ веществомъ, на подобіе крахмала [26]).

---

[21]) Strasburger *13*, 340: «Diese Nostocaceen gehören den Spaltpflanzen an, die, wie wir an dem studirten Beispiel bereits sehen konnten, keinen morphologisch abgegrenzten Zellkern und Chromatophoren besitzen, deren Zellinhalt vielmer seiner ganzen Masse nach gefärbt ist und kleine wie Kernsubstanz reagirende Körnchen eingestreut enthält».

[22]) Borzì *14*, 101—6. См. также рефератъ сочиненія Борзи, составленный Пенцигомъ (Penzig *15*, 36—7). Сообщенія между сосѣдними клѣтками найдены Борзи у *Nostoc* (*elipsosporum*, *margaritaceum* и др.), *Anabaena* (*maxima*), *Spermosira*, *Sphaerozyga*, *Cylindrospermum*, *Scytonema*, *Rivularia*, *Oscillaria*, *Microcoleus*, *Lyngbya*.

[23]) Borzì. *14*, 99. «piccolissimi minuzzoli di materia proteica».

[24]) «Probabilmente trattasi di una formazione nucleare appena abbozzata o meglio ridotta a'soli frammenti di cromatina liberamente immersi e confluenti col protoplasma ambiente» Borzì *14*, 99—100.

[25]) Названіе дано по происхожденію (*Cyanophyceae*) и, какъ справедливо замѣтилъ Пенцигъ (Penzig 15, 36), не особенно удачно. Borzì. *14*, 98.

[26]) Borzì *14*, 82—3, 97—9.

Въ иномъ видѣ представили строеніе протопласта два другихъ изслѣдователя: Захаріасъ [27]) и Скоттъ [28]), статьи которыхъ появились въ томъ же 1887 г. Захаріасъ изслѣдовалъ *Tolypothrix Aegagropila* и *Oscillaria sp.* и нашелъ ядра у той и у другой. У *Tolypothrix* ядро видно не только послѣ дѣйствія реактивовъ, но и въ живомъ состояніи—въ видѣ шарообразнаго, не окрашеннаго (фикохромомъ) тѣльца, лежащаго среди зеленаго клѣточнаго содержимаго [29]).

Скоттъ [30]), примѣнивъ другой, довольно сложный способъ обработки матеріала (3 различныя осцилляріи *(Oscillaria)* и *Tolypothrix coactilis)*, подтвердилъ данныя Захаріаса и сообщилъ кромѣ того еще большія подробности относительно ядра этихъ водорослей. По его словамъ, оно имѣетъ видъ округлаго тѣльца съ явственно волокнистымъ строеніемъ (a distinctly fibrous structure) и можетъ быть сравниваемо съ обыкновенными ядрами въ стадіи клубка («knot-stage»). Описывая дѣленіе такого ядра, онъ говоритъ о фазахъ, подобныхъ фазамъ каріокинеза.

Работу Эрнста [31]), слѣдуя хронологическому порядку, намъ также необходимо упомянуть. Хотя посвящена она спеціально вопросу объ образованіи ядеръ и споръ у бактерій, но въ ней находимъ нѣкоторыя данныя и относительно ціановыхъ водорослей,—именно осциллярій. Примѣнивъ къ нимъ способъ обнаруженія ядеръ, разработанный на бактеріяхъ, Эрнстъ убѣдился, что въ клѣткахъ ихъ находятся зернышки (или капли), по реакціямъ сходныя въ общемъ съ описанными имъ ядрами бактерій. «Если такимъ образомъ, говоритъ онъ, каждый ящичекъ [у осцилляріи] считать за клѣтку, какъ то дѣлаютъ ботаники, то ядромъ будетъ конгломератъ круглыхъ капель хроматино-подобнаго вещества» [32]).

Конецъ 1889 или начало 1890 г. можно считать началомъ новаго періода въ разработкѣ разсматриваемаго вопроса. Съ этого времени интересъ къ изученію протопласта *Cyanophyceae* значительно возростаетъ, что отразилось прежде всего на количествѣ вышедшихъ спеціальныхъ изслѣдованій.

---

[27]) Zacharias *16*.

[28]) Scott *17*.

[29]) Zacharias *16*, 301. «Bei *Tolypothrix* kann man schon in lebenden Fäden die Zellkerne erkennen. In den Zellen nahe der Fadenspitze liegt der Kern als kugliger, nicht gefärbter Körper inmitten des grüngefärbten Zellinhaltes».

[30]) Scott *17*, 188—191.

[31]) Ernst *18*. [32]) Ernst *18*, 479.

Остановимся прежде всего на 2 крупныхъ работахъ 1890 г.: на новой работѣ Захаріаса [33]) и на сочиненіи Бючли [34]).

Работа Захаріаса 1890 г. примыкаетъ къ его работѣ 1887 г., поскольку та касается ціановыхъ водорослей. Для новыхъ изслѣдованій Захаріасу послужили объектами *Oscillaria* (2 формы), *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Tolypothrix* и *Scytonema* [35]). Всѣ они въ общемъ и существенномъ дали сходный результатъ, который я ниже резюмирую, отчасти словами самого автора [36]). «Содержимое клѣтокъ изслѣдованныхъ ціановыхъ водорослей состоитъ не изъ сплошь окрашенной протоплазмы, а изъ центральной части-неокрашенной и имѣющей строеніе въ видѣ остова или зернистое и изъ периферической части, повидимому гомогенной. «Зерна [37]) встрѣчаются исключительно въ послѣдней. Периферическая плазма, если мы оставимъ въ сторонѣ содержащіеся въ ней пигменты, не отличалась по своему отношенію къ примѣненнымъ реактивамъ отъ клѣточной протоплазмы высшихъ растеній». Вещество центральной части отчасти растворимо въ искусственномъ желудочномъ сокѣ. «Въ остающейся нерастворенной части могутъ быть обнаружены либо два различно реагирующія вещества, либо только одно». Одно изъ этихъ веществъ почти всегда имѣется, другое можетъ и отсутствовать. Первое изъ нихъ близко къ веществамъ, называемымъ пластинами; второе («*Centralsubstanz*») примыкаетъ по своимъ реакціямъ къ ядерному нуклину другихъ организмовъ. Обособленныхъ хроматофоровъ автору не пришлось наблюдать, не встрѣчались также и вакуоли въ нормальныхъ клѣткахъ, способныхъ къ дѣленію [38]). Относительно существованія ядра или чего либо ему соотвѣтствующаго въ клѣткахъ изслѣдованныхъ водорослей Захаріасъ высказывается теперь далеко не съ тою опредѣленностью, какъ ранѣе въ 1887 г. (см. выше). Онъ колеблется, выражаясь осторожно и съ оговорками [39]). Разсмотрѣвъ вопросъ, насколько центральная часть протопласта соотвѣтствуетъ клѣточному ядру, онъ замѣчаетъ: «Во всякомъ случаѣ центральная часть клѣтки ціановыхъ водорослей по всему своему характеру

---

[33]) Zacharias *19*. } Содержаніе работъ сообщено въ засѣданіяхъ уче-
[34]) Bütschli *20*. } ныхъ обществъ еще въ концѣ 1889 г.

[35]) Zacharias *19*, 8—9.

[36]) Zacharias *19*, 65—6.

[37]) Зерна (Körner) эти соотвѣтствуютъ «Cianoficina» Борзи; вещество ихъ, по предположенію Захаріаса, углеводъ.

[38]) Zacharias *19*, 9.

[39]) Zacharias *19*, 66—68.

значительно отличается отъ болѣе точно изслѣдованныхъ клѣточныхъ ядеръ другихъ организмовъ» [40]).

Гораздо болѣе опредѣленное сужденіе о морфологическомъ составѣ и строеніи протопласта ціановыхъ водорослей находимъ въ другой изъ выше названныхъ работъ—въ сочиненіи Бючли: «*О строеніи бактерій и родственныхъ имъ организмовъ*» [41]). Авторъ изслѣдовалъ изъ группы *Cyanophyceae* нѣсколько видовъ осциллярій (*Oscillaria*) и *Aphanizomenon* (?) и нашелъ, что ихъ протопластъ состоитъ изъ двухъ частей: безцвѣтной срединной—*центральнаго тѣла* («*Centralkörper*») и периферической, окрашенной фикохромомъ въ типичный для синезеленыхъ водорослей цвѣтъ—*корковаго слоя* («*Rindenschicht*»). Въ послѣднемъ залегаютъ безцвѣтныя, часто довольно крупныя зернышки, иногда скучивающіяся по обѣ стороны поперечныхъ перегородокъ. Относительная величина центральнаго тѣла колеблется весьма значительно даже у одного и того же вида осциллярій. Обыкновенно оно настолько велико, что составляетъ бо́льшую часть всего протопласта. Форма его въ общемъ соотвѣтствуетъ формѣ самой клѣтки. Какъ периферическій корковой слой, такъ и центральное тѣло имѣютъ строеніе *ячеистое* (*Wabenbau*) или подобное строенію *пѣны* (*Schaumstructur*), т. е. слагаются изъ мельчайшихъ камеръ—ячеекъ. Строеніе это, замѣтное еще при жизни водоросли, лучше выступаетъ послѣ дѣйствія реактивовъ. Какъ центральное тѣло, такъ и периферическій слой могутъ состоять или изъ одного или изъ нѣсколькихъ слоевъ ячеекъ [42]). На препаратахъ, окрашенныхъ гематоксилиномъ Делафильда (Delafield) или другими красками, центральное тѣло окрашивается гораздо сильнѣе, нежели окружающая его периферическая плазма. Кромѣ того гематоксилинъ хорошо обнаруживаетъ еще одну составную часть протопласта: особыя зернышки, отличающіяся отъ тѣхъ, о которыхъ было выше упомянуто. Они залегаютъ въ центральномъ тѣлѣ, преимущественно въ поверхностномъ его слоѣ, но попадаются и въ корковомъ слоѣ, притомъ—у осциллярій очень рѣдко, у Aphanizomenon гораздо чаще. Величина и число ихъ значительно колеблются. Въ то время какъ центральное тѣло окрашивается гематоксилиномъ въ синій цвѣтъ, они окрашиваются въ красно-

---

[40]) Zacharias *19*, 40. Позже, послѣ появленія работы Бючли, Захаріасъ, повидимому, болѣе склонился въ пользу сближенія центральнаго тѣла съ клѣточнымъ ядромъ. См. Zacharias 21, 465.

[41]) Bütschli *20*.

[42]) Bütschli *20*, 16—19.

фіолетовый. Въ силу этого Бючли и назвалъ ихъ *красными зернышками* (*«rothen Körnchen»*) [43]).

На основаніи этихъ и иныхъ еще данныхъ Бючли [44]) пришелъ къ такому выводу: периферическій корковый слой протопласта ціановыхъ водорослей соотвѣтствуетъ протоплазмѣ клѣтокъ высшихъ организмовъ, центральное тѣло — клѣточному ядру, а красныя зернышки — хроматиновымъ зернамъ ядра.

Изслѣдованіе Дейнеги [45]) появилось въ печати въ 1891 г., но произведено было ранѣе. Работы Захаріаса и Бючли, по словамъ этого автора, не измѣняютъ ничего въ полученныхъ имъ результатахъ [46]), которые резюмируются имъ самимъ такимъ образомъ:

«1. Вопросъ о ядрѣ у фикохромовыхъ водорослей не можетъ быть сейчасъ рѣшенъ, по крайней мѣрѣ у нитевидныхъ формъ, ни въ утвердительномъ, ни въ отрицательномъ смыслѣ. Нужно найти новыя окрашивающія вещества или примѣнить старыя, измѣнивъ ихъ, а еще лучше отыскать химическія реакціи, могущія разъяснить этотъ вопросъ».

«2. У нитевидныхъ фикохромовыхъ водорослей, которыя я имѣлъ случай наблюдать (*Osc. princeps*, *Osc. Frölichii*, *Nostoc sp.* и *Aphanizomenon flos aquae*) существуетъ хроматофоръ, который имѣетъ форму болѣе или менѣе продырявленной пластинки, лежащей повидимому на внутренней поверхности клѣтки».

«3. Вопросъ о природѣ зеренъ, встрѣчающихся внутри осциллярій и располагающихся большею частью около поперечныхъ перегородокъ, остается открытымъ. Объ этихъ зернахъ можно опредѣленно сказать, что они не парамилонъ. Что они представляютъ какой нибудь изомеръ крахмала, по моему мнѣнію, почти несомнѣнно [47])».

Такимъ образомъ авторъ, констатируя существованіе въ клѣткахъ ціановыхъ водорослей хроматофора, приглашаетъ въ остальномъ считать вопросъ о внутреннемъ ихъ устройствѣ открытымъ.

Весьма категорично не въ пользу Бючли высказался еще Фишеръ [48]). По его мнѣнію, то, что изображалъ и описывалъ Бючли, вовсе не нормальное строеніе клѣтки, а искусственный ненормаль-

---

[43]) Bütschli *20*, 18—19, 12—13.
[44]) Bütschli *20*, 26—32, 36—7.
[45]) Deinega *22*.
[46]) Deinega *22*, 24.
[47]) Deinega *22*, 23—4.
[48]) Fischer *23*.

ный продуктъ, возникшій при изготовленіи препарата, благодаря пласмолизу клѣточнаго содержимаго. «Центральное тѣло, по Бючли, огромное ядро — не клѣточное ядро, а только главная масса съежившейся протоплазмы, въ которой лишь далѣе слѣдовало искать ядра». Но сейчасъ же Фишеръ и прибавляетъ, что не располагалъ значительнымъ и особо пригоднымъ матеріаломъ осциллярій [49]).

Въ концѣ того же 1891 г. появилась книга Визнера [49a]) (хотя на обложкѣ ея помѣченъ 1892 г.): «*Элементарная структура и ростъ живаго вещества*». Касаясь между прочимъ вопроса о строеніи протопласта у ціановыхъ водорослей, авторъ замѣчаетъ, что водоросли эти находятся «на такой ступени филогенетическаго развитія, на которой дифференцировка живаго вещества на ядро и плазму еще не наступила или только лишь начинается. Если же, продолжаетъ онъ, разсматривать ціановыя водоросли какъ регрессировавшіе организмы, то можно о нихъ сказать, что онѣ пришли въ такое состояніе, въ которомъ характерное расчлененіе клѣточнаго тѣла постепенно исчезаетъ.»

Новыя работы и новыя противорѣчія принесъ 1892 г.

Изъ четырехъ спеціальныхъ работъ, появившихся въ этомъ году, остановимся сначала на изслѣдованіи Цукаля [50]). «Я воспользовался, пишетъ этотъ авторъ, какъ исходной точкой для моего изслѣдованія *Tolypothrix lanata Wartm*, а потомъ постепенно привлекалъ въ кругъ моей работы представителей почти всѣхъ родовъ, включая и одноклѣтныя формы» [51]). Подобно Захаріасу и Бючли, Цукаль также отличаетъ въ протопластѣ двѣ части: периферическую окрашенную и центральную безцвѣтную. Первую онъ называетъ хроматофоромъ, вторую считаетъ цитоплазмой [52]). «Зернышки» (онъ различаетъ одинъ сортъ зернышекъ), находящіяся въ клѣткахъ ціановыхъ водорослей и привлекавшія, какъ мы видѣли, неоднократно вниманіеи зслѣдователей, по мнѣнію его, не что иное какъ «*настоящія клѣточныя ядра*» [53]). О природѣ этихъ зернъ—ядеръ онъ сообщаетъ

---

[49]) Fischer *23*, 68—9. Такъ какъ возраженія Фишера впослѣдствіи были достаточно разобраны и устранены Бючли (Bütschli 44 76—9) и Шевяковымъ (Shewiakoff 45, 8—10), то я не буду ниже къ нимъ возвращаться.

[49a]) Wiesner *73*, 266.

[50]) Zukal *24*. Ранѣе выхода этой работы появилось о ней предварительное сообщеніе, см. Zukal *25*.

[51]) Zukal *24* 2.

[52]) Zukal *24*, 4, 18—19.

[53]) Zukal *24*, 11.

слѣдующее: «1. Зерна ціановыхъ (фикохромовыхъ) водорослей состоятъ изъ бѣлковыхъ веществъ, а не изъ парамилона или изомернаго [съ нимъ] вещества, какъ многіе авторы до сихъ поръ принимали. 2. Эти бѣлковыя вещества состоятъ главнымъ образомъ изъ хроматина и нуклеина [54])». Зерна происходятъ черезъ повторное дѣленіе *ядрышка* (*Nucleolus*), описаннаго Вилле, кромѣ того они тождественны съ «красными зернышками» Бючли [55]). «Цитоплазма» содержитъ гликогенъ, жирное масло и слѣды пластина, но никогда не содержитъ вакуоль [56]).

Сочиненіе Гіеронимуса [57]), къ которому теперь переходимъ, состоитъ изъ 2 главъ. Въ первой идетъ рѣчь о *Glaucocystis Nostochinearum*, водоросли синезеленаго цвѣта, причисляемой авторами къ ціановымъ, именно къ *Chroococcaceae*. О хроматофорахъ ея раньше писалъ Лагергеймъ (см. выше), объ ядрѣ упоминалъ Рабенгорстъ. Гіеронимусъ снова и обстоятельно описалъ то и другое. Хроматофоры Glaucocystis, по его наблюденіямъ, вполнѣ обособленныя цилиндрическія или лентовидныя тѣльца, при дѣленіи клѣтокъ распадающіяся на большое число продолговатыхъ или округлыхъ кусочковъ. Эксцентрично расположенное ядро обнаруживаетъ высокую организацію и совершенно несходно съ «такъ называемыми клѣточными ядрами» большинства прочихъ ціановыхъ водорослей [58]). Въ силу такихъ особенностей организаціи Гіеронимусъ выдѣляетъ *Glaucocystis* изъ группы «настоящихъ (eigentliche)» *Cyanophyceae* [59]), разсмотрѣнію внутренней организаціи которыхъ [60]) и посвящена 2-ая глава его работы.

Прежде всего, подобно Бючли, Гіеронимусъ различаетъ въ протопластѣ этихъ водорослей периферическій «корковый слой» или хроматофоръ и срединную часть — «центральное-

---

[54]) Zukal *24*, 10.

[55]) Zukal *24*, 7, 22.

[56]) Zukal *24*, 15.

[57]) Hieronymus *26*.

[58]) Hieronymus *26*, 461—7.

[59]) Hieronymus *26*, 469—71.

[60]) Гіеронимусъ даетъ слѣдующій списокъ изслѣдованныхъ имъ родовъ: *Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa*, *Clathrocystis*, *Aphanothece* (*Coccochloris*), *Hypheothrix*, *Oscillaria*, *Phormidium*, *Hydrocoleum*, *Symploca*, *Nostoc*, *Anabaena*, *Sphaerozyga*, *Aphanizomenon*, *Rivularia*, *Scytonema*, *Tolypothrix*, *Hapalosiphon*, *Stigonema* (Hieronymus 26, 473). Слѣдуетъ замѣтить, что отдѣльныхъ описаній строенія клѣтки у каждаго изъ этихъ родовъ въ его работѣ не имѣется.

тѣло». Но относительно строенія того и другого онъ сильно расходится съ Бючли. Въ хроматофорѣ, по его словамъ, можно ясно разглядѣть мелкіе зеленые шарики. Шарики эти являются носителями зеленаго пигмента-хлорофилла, въ то время какъ синій пигментъ — фикоціанъ растворенъ въ клѣточномъ сокѣ. Зеленые шарики соотвѣтствуютъ описаннымъ Артуромъ Мейеромъ «*grana*» зеренъ хлорофилла. Они залегаютъ въ гомогенной массѣ, слабѣе преломляющей свѣтъ и располагаются въ особомъ порядкѣ, образуя ряды или нити или, какъ называетъ ихъ Гіеронимусъ «фибриллы (*Fibrillen*)». Зеленыя фибриллы обыкновенно идутъ спиралью параллельно клѣточной оболочкѣ, будучи отдѣлены отъ нея лишь тонкимъ слоемъ гіалиновой протоплазмы [61]).

Центральное тѣло также представляетъ изъ себя клубокъ фибриллъ, въ которыхъ залегаютъ другъ около друга особыя тѣльца или зерна, которымъ Гіеронимусъ даетъ названіе (заимствуя терминъ у Борзи) «*кіанофициновыхъ зеренъ* (*Kyanophycinkörner*)». Въ нѣкоторыхъ случаяхъ эти зерна обнаруживаютъ вполнѣ явственную кристаллическую форму. Величина и количество ихъ весьма варіируютъ. Они соотвѣтствуютъ, по мнѣнію автора, зернамъ ядеръ высшихъ организмовъ и замѣщаютъ ихъ, хотя и состоятъ изъ другого вещества [62]).

Клубокъ фибриллъ центральнаго тѣла иногда плотно свернутъ и имѣетъ видъ болѣе или менѣе округлаго тѣла съ рѣзкими очертаніями: тогда онъ похожъ на обыкновенное клѣточное ядро. Въ другихъ случаяхъ онъ является рыхлымъ, болѣе или менѣе развернутымъ, причемъ наружные его обороты (завитки), раскручиваясь, могутъ настолько отходить, что достигаютъ оболочки клѣтки, внѣдряясь между фибрилами хроматофора. Если уже называть ядромъ такое центральное тѣло, то лучше дать ему названіе «*открытаго*» клѣточнаго ядра въ противоположность «*замкнутымъ*» ядрамъ высшихъ организмовъ [63]).

---

[61]) Hieronymus *26*, 474—5.

[62]) Hieronymus *26*, 478—9, 482—3. »Ich bin also mit Bütschli der Ansicht, dass die Kyanophycinkörner den körnigen Bestandtheilen der Kerne höherer Organismen entsprechen und dieselben vertreten, wenn sie auch aus einer anderen Substanz bestehen» (c. 488).

[63]) Hieronymus *26*, 477—80. «Ob man nun auf die Centralkörper der Phycochromaceen den Namen «Zellkern» anwenden will, oder nicht, ist schliesslich gleichgültig. Vielleicht wird es zweckmässig sein, dieselben als *offene Zellkerne* gegenüber den *geschlossenen* der höheren Organismen zu bezeichnen» (c. 480).

На непостоянство размѣровъ и формы «ядра» у ціановыхъ водорослей находимъ въ 1829 г. указаніе также у Данжара [64]), въ работѣ его объ ядрѣ *Merismopedia convoluta Brèb.* На окрашенныхъ гематоксилиномъ препаратахъ этотъ ученый замѣтилъ, что въ клѣткѣ по срединѣ находится маленькое тѣльце, занимающее $^1/_3$—$^1/_2$ объема клѣтки, то болѣе или менѣе правильной шарообразной формы, то звѣздчатое или вообще неправильно очерченное. Тѣльце это онъ считаетъ клѣточнымъ ядромъ [64a]).

Если Гіеронимусъ, хоть въ общемъ согласенъ съ предшественниками Захаріасомъ и Бючли относительно дифференцировки протопласта на двѣ части: периферическую и центральную, то этого нельзя сказать о Марксѣ [65]), авторѣ, вышедшей въ 1892 г. диссертаціи: «Изслѣдованія о клѣткахъ осцилярій». Марксъ объявляетъ, что отличить въ протопластѣ особую центральную часть (Centralteil), если и возможно, то крайне рѣдко и лишь у немногихъ видовъ. Притомъ, тамъ гдѣ и существуетъ безцвѣтная центральная часть, въ ней не замѣтно никакого «*остова* (*gerüste*)», о которомъ упоминалъ Захаріасъ. Въ клѣткахъ, правда, имѣются зернышки которыя можно окрасить, но ни краски, ни другіе реактивы не обнаруживаютъ клѣточнаго ядра. Культивируя осциллярій въ различныхъ питательныхъ растворахъ неорганическихъ солей Марксъ еще нашелъ, что при этомъ число зеренъ увеличивается и разростается периферическая плазма [66]).

Переходя къ работамъ слѣдующаго 1893 г., остановимся на данныхъ Шода и Малинеско, Митрофанова и Палла.

По изслѣдованіямъ Шода и Малинеско [67]) реактивы не обнаруживаютъ въ клѣткахъ ціановыхъ водорослей настоящаго

---

[64]) Dangeard *27*, 29—30.

[64]a) Dangeard *27*, 30: «Corpuscule centrale occupant un tiers ou la moitié de la cellule, se colorant fortement par l'hématoxyline: assez souvent il est sphérique et son contour est bien délimité de la portion de protoplasma qui l'entoure et qui est restée presque incolore (fig. 19). La substance est homogène, elle ne montre aucune trace de nucléole. D'autres fois, le contour prend un aspect irrégulier ou étoilé, et alors la substance est quelque peu granuleuse: elle se teinte plus vivement en certains points (fig. 19)».

[65]) Marx *28*.

[66]) Marx *28*, 13—14, 24. Подробнѣе авторомъ изучены: *Oscillaria Graeteloupii tenuior Ktz.*, *Oscillaria natans* и *Oscillaria aeruginea coerulea* (с. 4, 6).

[67]) Chodat et Malinesco *29*. Авторы изучали строеніе клѣтки у *Nostoc*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Tolypothrix* и *Cylindrospermum* (с. 109).

ядра, а описываемое различными авторами центральное тѣло не имѣетъ характерныхъ химическихъ особенностей [68]). Всѣ наблюдаемыя въ клѣткахъ зернышки — одного сорта; хотя по реакціямъ они и напоминаютъ во многомъ хроматиновые элементы, но физіологическая роль ихъ иная: они скорѣе служатъ запаснымъ бѣлковымъ веществомъ («*albuminosphères de réserve*») [69]).

Въ сочиненіи «*О составныхъ частяхъ бактеріальныхъ организмовъ*» Митрофановъ [70]) изложилъ также свои наблюденія относительно клѣточнаго ядра у осциллярій. Онъ пришелъ къ такимъ заключеніямъ: «1) что ядра ихъ, подобно ядрамъ бактеріальныхъ организмовъ, не имѣютъ постояннаго морфологически опредѣленнаго характера; 2) что ядро и протоплазматическое тѣло ихъ тѣсно связаны другъ съ другомъ, настолько, что часто трудно указать границу между ними; 3) что ядерные элементы, выдѣляясь первоначально въ незначительной степени, группируются сперва рядами или кучками и подготовляютъ въ клѣткѣ обособленіе центральнаго тѣла; 4) что послѣднее принимаетъ характеръ настоящаго ядра съ выдѣленіемъ между этими участками, преформированными въ одинъ общій ядерный остовъ, однороднаго вещества, придающаго ядру болѣе интенсивное окрашиваніе; 5) что хроматиновые элементы ядра могутъ выдѣляться въ немъ въ различныхъ его состояніяхъ и въ различной формѣ» [71]),

Послѣдній изъ вышеназванныхъ авторовъ, Палла [72]), главный центръ тяжести своей работы полагаетъ въ констатированіи постояннаго существованія въ клѣткахъ *Cyanophyceae* центральнаго тѣла, по строенію и характеру своему весьма значительно отличающагося отъ настоящихъ клѣточныхъ ядеръ [73]). Подробнѣе авторъ резюмируетъ результаты своихъ изслѣдованій такимъ образомъ [74]):

---

[68]) l. c. стр. 110.

[69]) l. c. стр. 109—110.

[70]) Митрофановъ *30*, и два предварительныхъ сообщенія: Митрофановъ *31* и *32*.

[71]) Митрофановъ *30*, 62.

[72]) Palla *33*. Предварительное сообщеніе—Palla *34*. Всего подробнѣе имъ изучена *Gloeotrichia Pisum* (Palla 33, 519—40); кромѣ того разслѣдованы: *Tolypothrix lanata*, *Sphaerozyga oscillarioides*, *Anabaena Azollae*, *Nostoc humifusum*, *Oscillaria Frölichii*, *brevis?*, *leptothricha*, *Lyngbya papyrina*, *Chroococcus turgidus*, *Gloeocapsa sp.* и гонидіи *Peltigera canina* (Palla 34, 394; 33, 540—553).

[73]) Palla *33*, 559.

[74]) Palla *33*, 553—5.

1. «Протопластъ изслѣдованныхъ формъ ціановыхъ водорослей всегда обнаруживаетъ дифференцировку на безцвѣтную, центральную часть—центральное тѣло и окрашенный корковый слой—хроматофоръ; снаружи онъ несомнѣнно покрытъ безцвѣтнымъ кожистымъ слоемъ (Hautschicht), безцвѣтный же плазматическій слой вѣроятно всегда находится и между центральнымъ тѣломъ и хроматофоромъ».

2. «У *Gloeotrichia Pisum* (вѣроятно также и у другихъ *Rivulariaceae*) во многихъ клѣткахъ обыкновенно находится нѣсколько центральныхъ тѣлъ, относящихся къ окрашивающимъ веществамъ подобно клѣточнымъ ядрамъ или зернамъ алейрона,—въ такомъ случаѣ часто въ одной и той же клѣткѣ центральныя тѣла въ высшей степени неодинаково развиты. Въ клѣткахъ прочихъ ціановыхъ водорослей имѣется только по одному единственному центральному тѣлу. По структурѣ своей центральное тѣло является образованіемъ съ тонкой наружной оболочкой и повидимому гомогеннымъ содержимымъ. Зернистыя включенія въ немъ не наблюдались. Дѣленіе его происходитъ черезъ перетягиваніе на двѣ половины. Оно обладаетъ характернымъ признакомъ — способностью при жизни окрашиваться метиленовой синью».

3. «Хроматофору, повидимому, свойственно ячеистое строеніе въ смыслѣ Бючли. Повидимому пигментъ никогда не распредѣляется равномѣрно въ системѣ ячеекъ, а пріуроченъ къ многочисленнымъ маленькимъ пигментоноснымъ тѣльцамъ (Farbstoffträger), которыя однако не чисто зеленаго цвѣта (цвѣта хлорофилла), а такого, какимъ представляется намъ хроматофоръ, какъ цѣлое».

4. «Болѣе или менѣе крупныя вакуоли составляютъ нормальное явленіе въ клѣткѣ ціановыхъ водорослей. Иногда ихъ можно наблюдать у всѣхъ ціановыхъ водорослей; у *Gloeotrichia*, вѣроятно и у многихъ другихъ *Rivulariaceae*, онѣ встрѣчаются постоянно».

5. «Зернистыя включенія, встрѣчающіяся въ протопластѣ ціановыхъ водорослей, были наблюдаемы всегда внѣ и никогда внутри центральнаго тѣла. По своимъ реакціямъ они строго раздѣляются на двѣ различныя группы: ціанофициновыя зерна («Cyanophycinkörner») и слизевые шары («Schleimkugeln»).

Ціанофициновыя зерна, состоящія вѣроятно всегда при обыкновенныхъ условіяхъ изъ твердаго вещества, легко растворяются въ слабой соляной кислотѣ, окрашиваются гематоксилиномъ въ чисто синій цвѣтъ и не поглощаютъ при прижизненной окраскѣ клѣтки метилиновой сини. Обыкновенно они находятся въ самой наружной

части хроматофора, рѣже (постоянно у *Tolypotrix)* въ ближайшей окружности центральнаго тѣла и, безъ сомнѣнія, должны быть разсматриваемы какъ первый видимый продуктъ ассимиляціонной дѣятельности хроматофора; въ спорахъ они представляютъ нужныя для проростанія запасныя вещества».

«Состоящіе изъ полужидкаго вещества (aus zähflüssiger Substanz) слизевые шары нерастворимы въ слабой соляной кислотѣ, окрашиваются гематоксилиномъ въ красно-фіолетовый цвѣтъ и очень сильно поглощаютъ метиленовую синь. Они расположены на центральномъ тѣлѣ и лишь изрѣдка встрѣчаются вдали отъ него въ хроматофорѣ. Значеніе ихъ для клѣтки неясно. «Nucleolus», «Centralsubstanz» и «красныя зернышки (rothen Körnchen)» образованія тождественныя со слизевыми шарами».

6. «При проростаніи споръ *Gloeotrichia* въ хроматофорѣ клѣтокъ появляется масло, подобно тому, какъ было наблюдаемо Цукалемъ въ клѣткахъ нѣкоторыхъ другихъ ціановыхъ водорослей».

При обзорѣ литературы 1892 г. я упоминалъ о работѣ Цукаля. Въ 1894 г. онъ опубликовалъ дальнѣйшія разслѣдованія по тому же вопросу [75]). Новыя наблюденія, произведенныя имъ преимущественно надъ живыми водорослями, отчасти подтвердили, отчасти видоизмѣнили его прежнія воззрѣнія.

О внутренней организаціи клѣтокъ *Cyanophyceae* въ этой работѣ находимъ такія указанія. Хроматофоръ можетъ быть совершенно гомогеннымъ, можетъ имѣть зернистое или сѣтчатое строеніе. Ціанофициновыя зерна (Cyanophycinkörner von Hieronymus) — самостоятельные органы протоплазмы, имѣющіе особый протоплазматическій остовъ и особую протоплазматическую оболочку. Главной функціей ихъ является, повидимому, выдѣленіе ціанофицина (Cyanophycin). Теряя ціанофицинъ, они превращаются въ слизевые шары (Schleimkugeln Palla's); послѣдніе, наоборотъ, накопляя ціанофицинъ, снова могутъ превращаться въ обыкновенныя ціанофициновыя зерна. Далѣе, при нѣкоторыхъ условіяхъ, слизевые шары сливаются въ одну центральную массу, — такимъ образомъ происходитъ «центральное тѣло» авторовъ. Въ свою очередь центральная масса можетъ распадаться на отдѣльные слизевые шары. Необходимо замѣтить однако, что всѣ эти превращенія авторъ прослѣдилъ не на одной и той же клѣткѣ, даже не на одномъ и томъ же

---

[75]) Zukal *35.*

видѣ водорослей, а на различныхъ: у однихъ подмѣтилъ одну фазу превращенія, у другихъ другую [76]).

Чтобы закончить обзоръ литературы, мнѣ остается упомянуть еще о 4-хъ критическихъ рефератахъ Захаріаса о работахъ Бючли, Дейнеги, Цукаля и Гіеронимуса [77]) и объ отвѣтѣ послѣдняго автора Захаріасу [78]). Такъ какъ они ничего существенно новаго въ разбираемый вопросъ не вносятъ, то подробнѣе я не буду на нихъ останавливаться.

Какой же выводъ можно сдѣлать изъ всего изложеннаго въ этой главѣ?

Предъ нами длинная вереница разнообразныхъ наблюденій, мнѣній и предположеній. Но показанія и выводы различныхъ авторовъ не одинаковы, часто весьма противорѣчивы, не рѣдко прямо исключаютъ другъ друга. Поэтому, составить общее, сколько-нибудь стройное и ясное представленіе о составѣ и строеніи протопласта ціановыхъ водорослей въ настоящее время весьма затруднительно.

Изъ такого положенія дѣла съ очевидностью вытекаетъ необходимость новыхъ разслѣдованій, которыя не только доставили бы новые факты, но и помогли бы критически разобраться среди уже имѣющихся.

---

[76]) l. c. стр. 49—52.

[77]) Zacharias *21*, *37*, *38*. *39*.

[78]) Hieronymus *40*.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Собственныя изслѣдованія.

Строеніе и морфологическій составъ протопласта я изучалъ у представителей нѣсколькихъ родовъ изъ различныхъ семействъ ціановыхъ водорослей. Вотъ списокъ изслѣдованныхъ формъ: *Merismopedia elegans A. Br.*, *Aphanocapsa Grevillei Rbh.*, *Chroococcus turgidus Näg.*, *Gloeocapsa polydermatica Ktz.*, *Lyngbya curvata Rbh.*, *Oscillaria sp.* (нѣсколько видовъ), *Tolypothrix Aegagropila Ktz.* и *Aphanizomenon flos aquae Allm.* [1]).

Матеріалъ сначала изучался живымъ, потомъ обрабатывался различными реактивами. Преимущественно примѣнялся методъ окраски, такъ какъ на ряду съ другими способами разслѣдованія протопласта онъ даетъ пока наилучшіе результаты, именно болѣе надежные и хорошо сравнимые.

Испытано мною было дѣйствіе многихъ фиксаторовъ: абсолютнаго алкоголя, іодъ-алкоголя [2]), насыщеннаго воднаго раствора сулемы, осміевой кислоты въ 1% растворѣ и въ парообразномъ состояніи, пикриновой кислоты, пикриново-осміевой, пикриново-сѣрно-осміевой, іодъ-алкоголя съ послѣдующимъ дѣйствіемъ паровъ осміевой кислоты и др.

Впослѣдствіи я останавился главнымъ образомъ на первыхъ четырехъ, какъ на наиболѣе пригодныхъ. Продолжительность ихъ

---

[1]) При опредѣленіи я руководствовался систематическими сочиненіями Рабенгорста (Rabenhorst *1)*, Кирхнера (Kirchner *41)* и Кука (Cooke *42*). Такъ какъ весьма многіе виды, особенно въ группѣ *Coccogoneae*, не могутъ считаться вполнѣ прочно установленными, то я не могу придавать особеннаго значенія опредѣленію вида; къ тому же это не имѣетъ существеннаго значенія для нашихъ цѣлей. Ср. также новыя данныя въ работѣ проф. Гоби *43*.

[2]) 40—70% алкоголь, къ которому прибавлено немного JJK. Ср. Bütschli *44*, 62, 77.

*

дѣйствія мѣнялась сообразно съ природой объекта, условіями и цѣлью работы. При помощи контрольныхъ опытовъ я всегда предварительно убѣждался въ правильности дѣйствія фиксатора: послѣдній не долженъ вызывать съеживаній и вообще какихъ-либо деформацій въ клѣткѣ. Удачно фиксированные объекты тщательно промывались и затѣмъ окрашивались — преимущественно гематоксилиномъ Делафильда, слабо подкисленнымъ уксусной кислотой (по Бючли) [3]) или воднымъ растворомъ метиленовой сини. Примѣнялись и другія краски: гематоксилинъ обыкновенный Делафильда и квасцовый, кармины—уксусный Шнейдера и борный Гренахера, везувинъ, эозинъ и метилевая зелень въ водныхъ растворахъ, сафранинъ въ спиртовомъ, іодная зелень въ 1% уксусной кислотѣ, смѣсь метиленовой сини съ фуксиномъ; также и такія комбинаціи окрашиванія: сначала гематоксилинъ, потомъ докрашиваніе воднымъ везувиномъ или эозиномъ, или—сначала іодная зелень въ 1% уксусной кислотѣ, потомъ докрашиваніе фуксиномъ.

Окраска живыхъ (не фиксированныхъ) водорослей примѣнялась также: преимущественно метиленовой синью. Окрашенные препараты изслѣдовались сначала въ водѣ, потомъ въ глицеринѣ и даммар. лакѣ.

Ниже я скажу еще и о другихъ способахъ обработки матеріала. Фиксированіе іодъ-алкоголемъ и сулемой и окрашиваніе гематоксилиномъ и метиленовой синью было примѣнено ко всѣмъ выше поименованнымъ водорослямъ, другіе способы только къ нѣкоторымъ [4]).

При изслѣдованіи я пользовался микроскопомъ Зейберта, его анохромат. объективами 4 mm., 2 mm., въ рѣдкихъ случаяхъ 1,5 mm. (Apert. 1,30) и компенсаціонными окулярами 4, 8, 12 и 18. При недостаточности дневнаго свѣта, примѣнялся свѣтъ газовой лампы, прошедшій черезъ баллонъ съ амміачнымъ растворомъ мѣднаго купороса.

Теперь перехожу къ описанію отдѣльныхъ наблюденій.

Merismopedia elegans A. Br. [5]).

При слабыхъ увеличеніяхъ пластинки этой водоросли красиваго синезеленаго цвѣта, при сильныхъ — цвѣтъ клѣтокъ болѣе зеленоватый съ синимъ оттѣнкомъ. Содержимое живыхъ клѣтокъ пред-

---

[3]) См. Bütschli *44*, 80. Такой гематоксилинъ Делафильда я называю ниже просто — гематоксилиномъ.

[4]) Въ зависимости отъ природы и количества матеріала.

[5]) Изъ окрестностей Маннгейма. Я изучалъ еще и другой видъ мерисмопедіи, который далъ мнѣ сходные результаты.

ставляется обыкновенно сплошь однообразно окрашеннымъ пигментомъ, но попадаются и такія клѣтки, въ которыхъ окрашена только периферическая часть содержимаго, а срединная пигмента не имѣетъ. Въ мертвыхъ клѣткахъ послѣдняя часть всегда хорошо замѣтна. Можно даже прослѣдить на одной и той же клѣткѣ, какъ по мѣрѣ ея отмиранія эта часть вырисовывается все яснѣе и яснѣе. Размѣры и очертанія ея весьма разнообразны. Среди плазматическаго содержимаго находимъ еще зернышки, величина и число которыхъ различны.

Фиксировавъ водоросль іодъ-алкоголемъ или сулемой и окрасивъ затѣмъ гематоксилиномъ, замѣчаемъ слѣдующее.

При небольшихъ увеличеніяхъ (Зейбертъ, об. II, ок. III) въ каждой клѣткѣ по срединѣ выступаетъ тѣльце, болѣе или менѣе правильно очерченное и окрашенное гематоксилиномъ гораздо сильнѣе, нежели окружающая его плазматическая масса. Получается такая картина, какъ будто предъ нами ряды явственно одноядерныхъ клѣтокъ [6]).

Повышая увеличеніе микроскопа (об. апохр. 2 mm., ок. комп. 4—8—12) можно убѣдиться, что тѣльце, о которомъ идетъ рѣчь, по величинѣ своей и очертаніямъ совершенно соотвѣтствуетъ той срединной части клѣточнаго содержимаго, которая при жизни не заключаетъ пигмента фикохрома. Какъ тамъ, такъ и здѣсь величина и форма одинаково измѣнчивы. Въ однихъ случаяхъ тѣльце является очерченнымъ рѣзко и правильно, т. е. очертанія его идутъ болѣе или менѣе параллельно очертаніямъ самой клѣтки (рис. 1, 2, 4, 10). Въ другихъ, и это бываетъ чаще, контуръ его извилистъ и весьма неправиленъ; тамъ и сямъ отъ тѣльца отходятъ отроги, обыкновенно короткіе и тупые (рис. 3, 5, 6, 9), но иногда довольно длинные и заостренные. Сравнивая описаніе строенія клѣтки осциллярій у Бючли [7]), я убѣдился, что это тѣльце соотвѣтствуетъ тому, что Бючли назвалъ *центральнымъ тѣломъ* клѣтки. Я и буду впредь такъ называть его и соотвѣтствующія ему части клѣточнаго содержимаго у другихъ *Cyanophyceae*. Окружающую же *центральное тѣло* массу буду называть *протоплазмой*, ибо она соотвѣтствуетъ ей по свойствамъ своимъ и

---

[6]) Такое впечатлѣніе выносили многіе, разсматривавшіе мои препараты, а также фотографію, любезно снятую проф. О. Бючли съ препарата, фиксированнаго растворомъ 1% осміевой кислоты и окрашеннаго гематоксилиномъ.

[7]) Bütschli *20*, 16—19.

реакціямъ, какъ то вполнѣ выяснится изъ нижеслѣдующаго изложенія.

Несомнѣнно, что Данжаръ раньше видѣлъ центральное тѣло у мерисмопедіи, но сообщаемыя имъ свѣдѣнія не велики, къ тому же онъ совершенно не разглядѣлъ его строенія [8].

Гематоксилинъ окрашиваетъ центральное тѣло въ синій цвѣтъ или въ синій съ фіолетовымъ оттѣнкомъ, въ тотъ же цвѣтъ красится и протоплазма, но гораздо слабѣе. Какъ центральное тѣло, такъ и протоплазма имѣютъ *ячеистое* строеніе въ смыслѣ Бючли. На препаратахъ, приготовленныхъ надлежащимъ образомъ, такое строеніе протоплазмы всегда ясно и хорошо видно: получается красивая картина, понятіе о которой даютъ рис. 1 — 4. Периферическій слой ячеекъ протоплазмы, прилегающій къ клѣточной оболочкѣ, часто располагается съ особою правильностью, образуя такъ-называемый *альвеолярный* слой [9].

Больше труда и вниманія нужно, чтобы распознать ячеистое строеніе центральнаго тѣла. Если плотность центральнаго тѣла не особенно велика и оно достаточно прозрачно, то можно замѣтить, что оно слагается изъ такихъ же приблизительно ячеекъ, какъ и протоплазма (рис. 1, 2). Въ противномъ случаѣ ячейки представляются большихъ размѣровъ, неправильной и разнообразной формы, но проистекаетъ это, я полагаю, отъ того, что разглядѣть можно только нѣкоторыя ячейки, съ другой стороны легко принять обрисовывающіяся части различныхъ ячеекъ за составныя части одной и той же. Послѣдніе случаи чаще встрѣчаются. Болѣе рѣдкіе случаи, когда центральное тѣло почти вездѣ прозрачно, за то особенно поучительны: отъ оболочки клѣтки тогда до самаго ея центра идутъ ряды ячеекъ, образуя однообразную систему.

Центральныя ячейки этой системы заполнены особымъ веществомъ, которое я буду, за неимѣніемъ лучшаго названія, называть *заполняющимъ*. Такимъ образомъ, *центральное тѣло* не что иное, какъ совокупность этихъ ячеекъ (ср. рис. 1, 2); послѣднія либо всѣ одинаково наполнены заполняющимъ веществомъ, либо, что бываетъ чаще, въ однихъ его больше въ другихъ меньше и тогда плотность центральнаго тѣла представляется не вездѣ одинаковой.

Въ центральномъ тѣлѣ находятся въ различномъ количествѣ

---

[8]) Dangeard *27*, ср. выше стр. 170 [14].

[9]) Ср. Bütschli *44*, 23, 60 и слѣд.

зерна. Они болѣе или менѣе округлой формы, но попадаются и вытянутыя въ длину—эллиптическія, иногда также перетянутыя бисквитообразно,—отсюда можно допустить, что они въ состояніи размножаться дѣленіемъ [10]). Гематоксилинъ окрашиваетъ ихъ въ густой красно-фіолетовый цвѣтъ, рѣзко выдѣляющійся на синемъ или синефіолетовомъ фонѣ центральнаго тѣла.

Это тѣ зерна, которыя Бючли [11]) назвалъ «*красными*» и которыя, по его мнѣнію, соотвѣтствуютъ *хроматиновымъ* зернамъ клѣточныхъ ядеръ. Я сохраню за ними далѣе послѣднее наименованіе [12]). Обыкновенно хроматиновыя зерна залегаютъ въ поверхностномъ слоѣ центральнаго тѣла, часто у самой его поверхности; въ глубинѣ они встрѣчаются рѣже, да и то болѣе мелкія. Въ расположеніи ихъ часто можно подмѣтить особую правильность, о чемъ еще будетъ рѣчь ниже.

Вещество ихъ, повидимому совершенно гомогенное, весьма жадно поглощаетъ гематоксилиновую краску и густо ею прокрашивается [13]). Хроматиновыя иногда зерна попадаются и внѣ центральнаго тѣла, въ протоплазмѣ, но обыкновенно только маленькія, да и тѣхъ немного (рис. 3, 5). Тамъ, гдѣ разомъ хорошо видны хроматиновыя зерна и система ячеекъ [14]), можно убѣдиться, что хроматиновыя зерна какъ въ центральномъ тѣлѣ, такъ и въ протоплазмѣ залегаютъ, хотя бы небольшою частью своею въ толщѣ стѣнокъ ячеекъ; часто они располагаются въ узловыхъ точкахъ (Knotenpunkte) системы ячеекъ, какъ то указано было Бючли для другихъ оргаизмовъ [14a]).

Кромѣ хроматиновыхъ зеренъ на гематоксилиновыхъ препаратахъ мерисмопедіи хорошо замѣтны еще другія зернышки, залегающія въ узловыхъ точкахъ системы ячеекъ протоплазмы. Особенно ясно видны они въ периферическихъ слояхъ протоплазмы (въ оптическомъ сѣченіи клѣтки представляются расположенными красивыми концентрическими рядами, рис. 11). Это чрезвычайно

---

[10]) Ср. Ernst *18*, 464; Schewiakoff *45*, 33.

[11]) См. выше стр. 165—6 [9—10].

[12]) Для облегченія изложенія необходимо теперь же дать названія отдѣльнымъ частямъ протопласта. Насколько названія эти оправдываются и подходящія читатель увидитъ изъ нижеслѣдующаго изложенія въ этой и слѣдующей главахъ.

[13]) Въ очень разведенныхъ растворахъ краски хорошо можно замѣтить, что хроматиновыя зерна окрашиваются первыми.

[14]) А это бываетъ не часто: необходимо имѣть серію препаратовъ различно интенсивности окраски.

[14a]) Bütschli *20*, 13—14, 19.

мелкія округлыя зернышки, приблизительно одинаковой величины. Гематоксилинъ окрашиваетъ ихъ въ тотъ же цвѣтъ, что и стѣнки протоплазматическихъ ячеекъ, только значительно гуще. Выкрашенныя они выглядятъ матовыми, чѣмъ также отличаются отъ хроматиновыхъ зеренъ, которыя, будучи достаточно окрашены, обладаютъ особымъ блескомъ. Все, что окрашиваетъ протоплазму, окрашиваетъ и ихъ. Въ общемъ они производятъ впечатлѣніе какъ бы сгустковъ протоплазмы. Я выбираю для нихъ, какъ наиболѣе подходящее, названіе *микрозомъ*.

Клѣтки мерисмопедіи, какъ извѣстно, размножаются дѣленіемъ на-двое.

При дѣленіи клѣтка сначала вытягивается въ длину и становится изъ болѣе или менѣе шарообразной эллиптической. Первымъ симптомомъ начинающагося дѣленія является заложеніе молодой перегородки. Заложеніе и дальнѣйшее ея разростаніе происходитъ такъ же, какъ у сѣрной бактеріи *Chromatium Okenii* по описанію Бючли [15]).

На внутренней поверхности старой оболочки въ плоскости экватора появляется тонкое колечко (рис. 9а и рис. 4, болѣе поздняя стадія)—зачатокъ новой перегородки. Колечко это весьма интенсивно окрашивается гемаксилиномъ,—гораздо сильнѣе, нежели оболочка дѣлящейся клѣтки [16]), на которой оно и обрисовывается поэтому очень явственно. Мало-по-малу оно наростаетъ внутрь клѣтки; въ это же время у мѣста его прикрѣпленія вся клѣтка постепенно перетягивается бисквитообразно; перетягивается на-двое и содержимое клѣтки.

Наростая, колечко превращается въ діафрагму все съ меньшимъ и меньшимъ просвѣтомъ,—а когда просвѣтъ совсѣмъ закроется и діафрагма превратится въ глухую поперечную перегородку, клѣтка оказывается раздѣленной на двѣ одинаковыя половинки — молодыя клѣточки (рис. 7 a, b; 8 a, b, c; 5). Подобно первоначальному кольцу молодая поперечная перегородка жадно поглощаетъ гематоксилинъ.

Затѣмъ діаметръ этой перегородки начинаетъ уменьшаться; она, повидимому, постепенно расщепляется по направленію отъ окружности къ центру на два листка, которые и входятъ въ составъ оболочекъ молодыхъ клѣтокъ [17]). Части расщепившейся перегородки

---

[15]) Bütschli *20*, 14—15.

[16]) Она вообще довольно слабо окрашивается гематоксилиномъ.

[17]) Ср. представленное на рис. 23—27 дѣленіе клѣтки у афанокапсы, происходящее совершенно такъ же, какъ у мерисмопедіи.

теряютъ способность густо окрашиваться гематоксилиномъ и уподобляются въ этомъ отношеніи совершенно болѣе старымъ частямъ оболочки.

При дѣленіи клѣтки, какъ упомянуто, протопластъ перетягивается также пополамъ. При этомъ часто удается подмѣтить въ дѣлящихся клѣткахъ, что хроматиновыя зерна, особенно болѣе крупныя изъ нихъ, располагаются съ особою правильностью, именно другъ за другомъ, образуя изогнутые ряды (рис. 15). Обыкновенно эти ряды тянутся не въ одной, а въ разныхъ плоскостяхъ. Нерѣдко хроматиновыя зерна располагаются такъ, что образуютъ подобіе цифры 8 (рис. 16, 17). При окончаніи дѣленія клѣтки такая восьмерка распадается пополамъ на два кольца или вѣнка зеренъ, такъ что каждой изъ молодыхъ (дочернихъ) клѣтокъ достается по одному кольцу. Затѣмъ эти кольца въ сопровожденіи зернышекъ, оставшихся лежать особнякомъ, постепенно отодвигаются другъ отъ друга, перемѣщаясь по направленію къ полюсамъ сильно перетянутаго центральнаго тѣла [18]). Лишившись зеренъ, узкая перемычка, соединяющая обѣ половины центральнаго тѣла, подконецъ разрывается пополамъ и центральное тѣло окончательно распадается на два новыхъ, молодыхъ.

Выше было упомянуто, что величина и число хроматиновыхъ зеренъ въ различныхъ клѣткахъ неодинаковы. Можно встрѣтить какъ очень мелкія зерна, разглядѣть которыя можно лишь при сильныхъ увеличеніяхъ (апохр. об. 2 мм., компенс. ок. 8—12; увелич. 1000—1500 разъ), такъ и довольно крупныя, хорошо видимыя при среднихъ и даже малыхъ увеличеніяхъ. На рис. 1—5 и 9 a, b представлены наичаще встрѣчающіеся случаи содержанія и распредѣленія хроматиновыхъ элементовъ, — это, такъ сказать, средній типъ клѣтокъ. Но кромѣ такихъ клѣтокъ встрѣчаются еще и другія—съ меньшимъ противъ средняго количествомъ хроматина: съ хроматиновыми зернами маленькими и малочисленными (рис. 10). Съ другой стороны, наоборотъ, попадаются клѣтки съ чрезмѣрно большимъ количествомъ хроматина. Въ такихъ клѣткахъ отдѣльныя хроматиновыя зерна нерѣдко достигаютъ огромныхъ размѣровъ; иногда они такъ велики, что занимаютъ собой почти все центральное тѣло и между ними лишь мѣстами виднѣется заполняющее вещество. Такія огромныя зерна встрѣчаются и въ протоплазмѣ, но гораздо рѣже и по одиночкѣ.

---

[18]) Большая часть зеренъ кольца залегаетъ въ поверхностномъ слоѣ центральнаго тѣла.

Сохраняя за зернами названіе и значеніе хроматиновыхъ, явленіе избыточнаго накопленія хроматина заслуживаетъ названія *гиперхроматоза*, а противуположное ему явленіе недостатка хроматина—*гипохроматоза*, сами же клѣтки названія *гипер-* и *гипохроматозныхъ* [19]). На рис. 19 и 20 представлены двѣ стадіи гиперхроматоза: болѣе слабая (рис. 19) и болѣе сильная (рис. 20).

Какъ отъ гиперхроматоза, такъ и отъ гипохроматоза существуетъ много постепенныхъ переходовъ къ обычному, среднему содержанію хроматина. Иногда всѣ клѣтки пластинки мерисмопедіи находятся въ состояніи гипер- или гипохроматоза. Иногда среди обыкновенныхъ клѣтокъ находится лишь нѣсколько или даже всего одна клѣтка рѣзко гипер- или гипохроматозная, и тогда она явственно выдѣляется среди другихъ. Бываютъ даже случаи, когда гиперхроматозная клѣтка лежитъ рядомъ съ гипохроматозной, или наконецъ въ одной и той же пластинкѣ находимъ и обыкновенныя и гипер- и гипохроматозныя клѣтки со множествомъ между ними переходовъ.

Такія измѣненія въ содержаніи хроматина, насколько я могъ убѣдиться, вовсе не могутъ считаться явленіями ненормальными, патологическими и клѣтки съ измѣненнымъ содержаніемъ хроматина во всемъ остальномъ ничѣмъ, повидимому, не отличаются отъ обыкновенныхъ. Онѣ также размножаются дѣленіемъ и я находилъ ихъ въ различнѣйшихъ стадіяхъ этого процесса. Для примѣра на рис. 18 представлена дѣлящаяся гиперхроматозная клѣтка; ея крупныя хроматиновыя зерна располагаются обычнымъ способомъ.

Поучительные препараты мерисмопедіи можно получить еще, окрашивая фиксированный матеріалъ воднымъ растворомъ метиленовой сини [20]). Хроматиновыя зерна окрашиваются при этомъ въ темно- почти черно-синій цвѣтъ, центральное тѣло въ синій, а протоплазма въ свѣтло-голубоватый. Но особенно поучительно окрашиваніе метиленовой синью живой водоросли [21]). Для этого нужно

---

[19]) Въ предварительномъ сообщеніи (Надсонъ *68*, 27) для случаевъ избыточнаго накопленія хроматина я предложилъ названіе «хроматоза». Познакомившись съ нѣкоторыми сочиненіями патологовъ, я полагаю, что вышеуказанныя названія заслуживаютъ предпочтенія. Термины гипер- и гипохроматозъ предложены извѣстнымъ патологомъ Клебсомъ (Klebs). См. Galeotti *77*, 251 и др.

[20]) Препараты фиксированныя сулемой должны быть вполнѣ тщательно промыты.

[21]) Способъ этотъ заслуживаетъ особеннаго вниманія, такъ какъ посредствомъ его можно быстро оріентироваться въ строеніи клѣтки, но при разслѣ-

брать очень слабый растворъ краски, не больше 0,01%. Если слѣдить подъ микроскопомъ за ходомъ окраски, то можно подмѣтить, что сначала окрашиваются хроматиновыя зерна, но не въ синій, а въ фіолетовый цвѣтъ; затѣмъ мало-по-малу окрашивается центральное тѣло—въ чисто синій цвѣтъ, подконецъ красится протоплазма. Когда послѣдняя окрасится въ слабый голубой цвѣтъ, можно хорошо разглядѣть ея ячеистое строеніе. При дальнѣйшемъ дѣйствіи краски цвѣтъ хроматиновыхъ зеренъ переходитъ въ темно-синій [22]).

Кромѣ зеренъ хроматина и микрозомъ въ протоплазмѣ находится еще одинъ сортъ зеренъ. Величина и количество этихъ зеренъ различны; обыкновенно они крупнѣе микрозомъ, не рѣдко такой же величины какъ хроматиновыя зерна, но отъ тѣхъ и другихъ отличаются своими свойствами; они встрѣчаются только въ протоплазмѣ. Метиленовая синь ихъ не окрашиваетъ; гематоксилинъ окрашиваетъ, но медленно и не въ красно-фіолетовый цвѣтъ, какъ хроматиновыя зерна, а въ синій или сине-фіолетовый, какъ протоплазму. Зерна эти и имъ соотвѣтствующія у другихъ ціановыхъ водорослей я буду называть *запасными*, по ихъ функціи [22]а).

Описываемое мною строеніе и морфологическій составъ протопласта можно распознать также на препаратахъ, приготовленныхъ различными другими способами, напр. фиксированныхъ парами или растворомъ 1% осміевой кислоты, пикриновой кислотой или пикриново-сѣрно-осміевой и затѣмъ окрашенныхъ гематоксилиномъ.

Большую услугу можетъ оказать еще способъ двойной окраски. Особенно хорошіе результаты дали мнѣ 2 такія комбинаціи. 1-я: сначала окраска гематоксилиномъ, потомъ докрашиваніе воднымъ везувиномъ. Приэтомъ протоплазма окрашивается въ красивый свѣтло-коричневый цвѣтъ, а центральное тѣло въ темный коричнево-фіолетовый (Mischfärbung); на препаратахъ хорошо замѣтны

дованіи структуры невозможно ограничиваться имъ однимъ. О прижизненной окраскѣ метиленовой синью центральнаго тѣла мерисмопедіи, осциллярій и нѣкоторыхъ другихъ ціановыхъ см. у Лаутерборна (Lauterborn *46*, 10—11) и Палла (Palla *33*, 534—5, 550, 554). Впрочемъ, на основаніи описанія этихъ авторовъ нельзя съ увѣренностью заключить, дѣйствительно ли прижизненную окраску они наблюдали.

[22]) Ср. Bütschli *20*, 13; Митрофановъ *30*, 69. Нужно полагать, что фіолетовая окраска хроматиновыхъ зеренъ—прижизненная, синяя же посмертная. Первую я наблюдалъ всегда только при окраскѣ живыхъ клѣтокъ.

[22]а) Ср. ниже гл. III.

очертанія центральнаго тѣла и превосходно видна ячеистая структура протоплазмы [23]). 2-я комбинація: окраска іодной зеленью въ 1% уксусной кислотѣ и докрашиваніе воднымъ фуксиномъ. Приэтомъ система ячеекъ протоплазмы становится хорошо замѣтной, поглощая фуксинъ и окрашиваясь въ красный цвѣтъ; центральное тѣло красится въ голубоватый, а хроматиновыя зерна въ ярко-синій цвѣтъ. Можно также докрашивать гематоксилиновые препараты эозиномъ, но этотъ способъ далъ мнѣ не столь хорошіе результаты.

Aphanocapsa Grevillei Rbh. [24]) по виду колоній весьма отличается отъ мерисмопедіи, но по строенію клѣтокъ чрезвычайно съ ней сходна. По устройству протопласта, по способу дѣленія клѣтки, это таже, можно сказать, мерисмопедія, только въ уменьшенномъ видѣ.

Колоніи афанокапсы имѣютъ видъ студенистыхъ округлыхъ комковъ, достигающихъ значительной величины—величины горошины и даже орѣха. Цвѣтъ ихъ грязный оливково-зеленый. Внутри студени (довольно плотной и упругой консистенціи) во множествѣ лежатъ отдѣльныя клѣточки, круглыя или болѣе или менѣе продолговатыя (готовящіяся къ дѣленію). Клѣтки въ различныхъ стадіяхъ дѣленія попадаются весьма часто.

Содержимое клѣтокъ представляется подъ микроскопомъ равномѣрно окрашеннымъ въ довольно свѣтлый грязно-зеленый цвѣтъ. Въ живыхъ клѣткахъ не замѣтно дифференцировки на окрашенную фикохромомъ протоплазму и неокрашенное центральное тѣло, но такая дифференцировка всегда ясно выступаетъ при отмираніи клѣтки въ естественныхъ или искусственныхъ условіяхъ. По всему содержимому клѣтки разсѣяны мелкія зернышки, довольно сильно преломляющія свѣтъ. Величина и число ихъ варіируютъ; мѣстами они собираются небольшими кучками.

Препараты фиксированные іодъ-алкоголемъ или сулемой и окрашенные гематоксилиномъ или метиленовой синью приводятъ къ тѣмъ же выводамъ относительно строенія протопласта, что и соотвѣтствующіе препараты мерисмопедіи (ср. рис. 2 и 21 и др.). Однако величина центральнаго тѣла у афанокапсы колеблется въ болѣе широкихъ предѣлахъ: въ однихъ случаяхъ на долю его приходится

---

[23]) Для изученія формы центральнаго тѣла и структуры протоплазмы эта комбинація заслуживаетъ быть особенно рекомендованной. Когда гематоксилинъ достаточно окраситъ центральное тѣло и только что начнетъ окрашивать протоплазму, препаратъ нужно промыть и затѣмъ красить дальше везувиномъ.

[24]) Изъ окрестностей Маннгейма.

меньшая (рис. 21), въ другихъ — значительно большая часть всего протопласта (рис. 22). Его очертанія, какъ и у мерисмопедіи, то болѣе или менѣе правильныя (рис. 21, 22, 27), то (это бываетъ нерѣдко) чрезвычайно извилистыя и неправильныя. Такъ иногда центральное тѣло живо напоминаетъ собой легкое волнистое облако, какъ бы висящее среди красивой сѣти ячеекъ. Въ другихъ случаяхъ его можно сравнить съ амебой, выпустившей псевдоподіи. Вообще тутъ разнообразіе формы, можно сказать, безконечное.

Расположеніе хроматиновыхъ зеренъ изогнутыми рядами или кольцами у афанокапсы можно подмѣтить также весьма часто, особенно въ дѣлящихся клѣткахъ (на подобіе изображен. на рис. 15—17; ср. также рис. 21, 24 и 27). Нѣкоторое сходство представляютъ такіе ряды съ тѣми «фибриллами» Гіеронимуса, которыя описаны имъ и изображены между прочимъ у афанокапсы (*Aphanocapsa sp.*) [25]). Однако сходство это больше поверхностное, тѣмъ болѣе, что въ составъ «фибриллъ» Гіеронимуса вошли разнородные элементы, въ чемъ я вполнѣ убѣдился при изученіи другихъ ціановыхъ водорослей (см. ниже), тогда какъ здѣсь идетъ рѣчь о рядахъ однихъ только хроматиновыхъ зеренъ.

Дѣленіе клѣтокъ афанокапсы происходитъ по тому же способу, что и у мерисмопедіи, но представляетъ особый интересъ въ томъ отношеніи, что здѣсь легче прослѣдить послѣднія фазы этого процесса.

По мѣрѣ того какъ центральное тѣло перетягивается все больше и больше, хроматиновыя зерна распредѣляются въ 2 группы, которыя постепенно отодвигаются другъ отъ друга. Такимъ образомъ перемычка, соединяющая обѣ половины дѣлящагося центральнаго тѣла, мало-по-малу лишается зеренъ. На извѣстной стадіи она является лишь узкимъ мостикомъ изъ *заполняющаго* вещества (рис. 25). Когда поперечная перегородка (рис. 26) окончательно замкнется, мостикъ этотъ разрывается по срединѣ и остатки его затѣмъ вполнѣ или отчасти подтягиваются центральными тѣлами. Этимъ и заканчивается процессъ дѣленія центральнаго тѣла. На рис. 27 представлены центральныя тѣла, которыя вполнѣ втянули остатки мостика и потомъ округлились.

Мнѣ также неоднократно приходилось наблюдать случаи *ассимметрическаго* дѣленія центральнаго тѣла. При такомъ дѣленіи цен-

---

[25]) Hieronymus *26*, 479—80; Taf. XVIII, fig. 17—19.

тральное тѣло производящей (материнской) клѣтки распредѣляется не поровну между молодыми (дочерними) клѣтками, а такъ, что одной достается большая его часть съ бо̀льшимъ числомъ хроматиновыхъ зеренъ, а другой меньшая съ меньшимъ числомъ. Во всемъ остальномъ процессъ ассимметрическаго дѣленія сходенъ съ вышеописаннымъ.

Явленія гипер- и гипохроматоза встрѣчаются и у афанокапсы. Существуютъ также микрозомы и запасныя зерна. Послѣднія гематоксилиномъ окрашиваются въ синій, а эозиномъ въ темно-розовый цвѣтъ.

При окраскѣ клѣтокъ, фиксированныхъ іодъ-алкоголемъ, іодной зеленью въ 1% уксусной кислотѣ, хроматиновыя зерна густо окрашиваются въ синій цвѣтъ, а центральное тѣло окрашивается очень слабо, — гораздо слабѣе, нежели метиленовой синью. При продолжительномъ дѣйствіи краски окрашивается и протоплазма въ синевато-зеленоватый цвѣтъ. Гораздо быстрѣе и интенсивнѣе краситъ такія клѣтки водный везувинъ. Хроматиновыя зерна при этомъ получаютъ темно-коричневую окраску, центральное тѣло довольно густую коричневую, а протоплазма свѣтло-коричневатую.

Весьма поучительныя картины даетъ постепенная окраска живой афанокапсы слабымъ растворомъ метиленовой сини, послѣдовательно обнаруживая различные элементы протопласта. Ячеистая структура на такихъ препаратахъ выступаетъ обыкновенно съ большею отчетливостью.

Для различенія составныхъ частей протопласта я пытался воспользоваться кромѣ окраски и другими реакціями. Такъ я примѣнялъ дѣйствіе искусственнаго желудочнаго сока [26]) Но потративъ на это не мало времени и матеріала, не могъ добиться опредѣленныхъ и существенныхъ результатовъ. Я подвергалъ дѣйствію желудочнаго сока при температурѣ $38^1/_2$°Ц. какъ живыя водоросли, такъ и предварительно фиксированныя и затѣмъ тщательно промытыя. Время дѣйствія реактива варіировало отъ 1 часу до 4 дней. Промытый послѣ дѣйствія сока матеріалъ окрашивался гематоксилиномъ или метиленовой синью. Въ первые 24, а иногда и 48 часовъ особенныхъ измѣненій въ клѣткахъ не было замѣтно: протопластъ сохранялъ свое строеніе, причемъ особенно долго и хорошо сохранялись хроматиновыя зерна. Но потомъ всегда наступали различныя деформаціи клѣточнаго содержимаго: мутное раз-

---

[26]) Bütschli *20*, 28.

буханіе протопласта, зернистое его перерожденіе и проч. Этимъ дѣло и оканчивалось.

Замѣчательно, что въ клѣткахъ мелкихъ осциллярій, находившихся въ тѣхъ же препаратахъ *рядомъ* съ клѣтками афанокапсы, протоплазма оказалась растворенной желудочнымъ сокомъ, тогда какъ центральное тѣло съ хроматиновыми зернами хорошо сохранилось и рѣзко выступило послѣ окраски [27]). Не меньшаго вниманія съ другой стороны заслуживаетъ то обстоятельство, что у діатомыхъ, находившихся въ тѣхъ же самыхъ препаратахъ, не смотря на продолжительное дѣйствіе сока, остались не переваренными въ различной степени хроматофоры; послѣ удаленія сока они отлично окрашивались метиленовой синью [28]).

Дѣйствіе 10% раствора соды (Na_2CO_3) на живые и фиксированные объекты при обыкновенной температурѣ и при температурѣ $38^1/_2$° С. я испытывалъ также, но и тутъ не получилъ желанныхъ результатовъ. Обыкновенно протопластъ казался на видъ неизмѣненнымъ и сохранялъ особенности своей структуры, а послѣ отмывки соды и окраски препарата гематоксилиномъ или метиленовой синью отлично были видны ячеистое строеніе протопласта, центральное тѣло и хроматиновыя зерна. Сходное дѣйствіе или вѣрнѣе бездѣйствіе Na_2CO_3 наблюдалъ и Бючли у *Chromatiumu Ophidomonas*; только хроматиновыя зерна у него не были потомъ видны [29]).

Все только что изложенное убѣдило меня, что методъ изслѣдованія протопласта путемъ частичнаго его растворенія недостаточно еще выработанъ въ настоящее время, а потому и добытыя посред-

---

[27]) Въ опытахъ Бючли 24—40 часовое дѣйствіе желудочнаго сока совершено разрушало протоплазму у *осциллярій*, тогда какъ у *Chromatium* и *Ophidomonas* вызывало лишь весьма незначительныя измѣненія. Послѣ переваривания ни у тѣхъ, ни у другихъ Бючли не удалось обнаружить при помощи гематоксилина хроматиновыя зерна (Bütschli *20*, 29—30). Въ опытахъ Эрнста (Ernst 18, 479) у осциллярій хроматиновыя зерна въ большинствѣ случаевъ переваривались желудочнымъ сокомъ. Изъ изслѣдованій Захаріаса (Zacharias *47*, 300—6) извѣстно относительно хроматиноваго вещества вообще, что большая его часть послѣ обработки искусственнымъ желудочнымъ сокомъ остается нерастворенной.

[28]) У *Spirogyra crassa*, по указанію Дейнеги (Deinega *22*, 17—18), ядро подъ вліяніемъ желудочнаго сока разбухаетъ и исчезаетъ, тогда какъ хроматофоры остаются.

[29]) Bütschli *20*, 30. То же самое повторилось и при его опытахъ съ 10% NaCl. (l. c. стр. 30).

ствомъ его данныя не могутъ имѣть того значенія, какъ полученныя при помощи метода окраски [29]а),—на послѣднемъ поэтому то я и сосредоточилъ свое вниманіе.

Chroococcus turgidus Näg. и **Gloeocapsa polydermatica** Ktz. [30]), значительно отличаются внѣшними признаками отъ двухъ выше разсмотрѣнныхъ водорослей, но очень сходны съ ними по внутреннему строенію, какъ то видно уже изъ прилагаемыхъ рис. 13 и 14. Какъ выглядятъ эти водоросли въ живомъ состояніи, едва ли нужно распространяться, такъ какъ онѣ весьма обыкновенны и общеизвѣстны. Скажу только, что центральное тѣло въ клѣткахъ хроококка хорошо замѣтно еще при жизни, въ видѣ свѣтлаго пятна, а у глеокапсы это не всегда бываетъ. Центральное тѣло хорошо окрашивается метиленовой синью и гематоксилиномъ (рис. 13 и 14) [31]). Въ клѣткахъ той и другой водоросли замѣтны зернышки разнаго размѣра. Окраска гематоксилиномъ выясняетъ тутъ превосходно, что зернышки эти не одного сорта.

Ближе къ срединѣ клѣтки въ области центральнаго тѣла залегаютъ зерна, жадно поглощающія гематоксилинъ и интенсивно имъ окрашивающіяся въ красно-фіолетовый цвѣтъ — это хроматиновыя зерна; ближе къ периферіи въ области протоплазмы лежатъ зернышки, окрашивающіяся тѣмъ же гематоксилиномъ гораздо труднѣе, позже и въ синій цвѣтъ — это запасныя зерна (рис. 13) [32]). Послѣднія иногда разсѣяны въ протоплазмѣ повидимому безпорядочно, но нерѣдко располагаются съ особою правильностью, представляя на оптическомъ разрѣзѣ клѣтки красивые концентрическіе ряды, — это представлено схематически на рис. 13.

При продолжительномъ дѣйствіи гематоксилина весь протопластъ сильно перекрашивается, въ это же время запасныя зерна успѣваютъ настолько интенсивно окраситься, что разница въ цвѣтѣ между ними и хроматиновыми зернами становится уже трудно замѣтной, а не то и совершенно стушевывается. Если теперь изучать строеніе протопласта на такихъ перекрашенныхъ препаратахъ, то вполнѣ возможно смѣшать оба сорта зеренъ, счесть ихъ за образованія однородныя и построить изъ нихъ ряды, тянущіеся непрерывно почти отъ центра до самой периферіи клѣтки. Такого

---

[29]а) Ср. Zimmermann *70*, 335.

[30]) Изъ окрестностей Петербурга.

[31]) Палла (Palla *33*, 552—3) не удалось окрасить центральное тѣло у *Chroococcus turgidus* метиленовой синью, а у *Gloeocapsa sp.* ни синью, ни гематоксилиномъ.

рода ошибкѣ, я полагаю, и обязаны своимъ происхожденіемъ «*фибриллы центральнаго тѣла* (*Centralkörperfibrillen*)» Гіеронимуса [32]). Тѣмъ болѣе укрѣпляюсь я въ этомъ мнѣніи, что препараты, окрашенные уксуснымъ карминомъ (Шнейдера)—а имъ преимущественно красилъ Гіеронимусъ [33])—еще скорѣе и легче могутъ ввести въ заблужденіе,—по крайней мѣрѣ мнѣ приходилось многократно (у *Gloeocapsa*, *Tolypothrix*, *Oscillaria* и др.) убѣждаться въ этомъ. Сначала уксусный карминъ окрашиваетъ хроматиновыя зерна, но вскорѣ начинаютъ краситься и запасныя [34]), и тогда разница въ интенсивности окраски тѣхъ и другихъ, сначала значительная, постепенно сглаживается. Процессъ окраски этимъ карминомъ идетъ вообще сравнительно медленно и когда протопластъ окрасится въ достаточной степени, различить оба сорта зеренъ становится уже дѣломъ не легкимъ, такъ какъ многія запасныя зерна оказываются успѣвшими окраситься въ густой красный цвѣтъ, подобный цвѣту хроматиновыхъ зеренъ. Къ тому же и сама протоплазма поглощаетъ довольно много кармина, что еще болѣе затрудняетъ различеніе. Естественно, что такого рода препараты могутъ дать поводъ къ построенію такихъ «фибриллъ», какія изобразилъ на рисункахъ Гіеронимусъ. Сравнивая напр. его рис. хроококка, окрашеннаго уксуснымъ карминомъ (рис. 12 табл. XVII), съ различными моими препаратами хроококка, покрашенными уксуснымъ карминомъ и гематоксилиномъ, я прямо прихожу къ выводу, что болѣе переферическія изъ нарисованныхъ имъ зеренъ — запасныя, а болѣе центральныя — хроматиновыя. Любопытно, что самъ Гіеронимусъ нарисовалъ центральныя зерна темнѣе, а периферическія свѣтлѣе, хотя тѣ и другія считаетъ за «кіанофициновыя».

Переходя къ разсмотрѣнію нитчатыхъ формъ ціановыхъ водорослей, начну съ **Lyngbya curvata** Rabh. (**Oscillaria curvata** Ktz.) [35]).

---

[32]) См. выше, гл. I, стр. 169 [13]. Захаріасъ высказалъ рѣзкое, но довольно справедливое сужденіе объ этой работѣ Гіеронимуса: «Hier wird durch Hieronymus alles, was durch sorgfältige Untersuchungen seiner Vorgänger klargelegt und unterschieden wurde, derartig verwirrt, dass es einer ausführlichen Auseinandersetzung bedarf, um die Sachlage wiederum zu klären» (Zacharias *38*, 619—620).

[33]) Hieronymus *26*, 485—6 и др., см. также табл. XVII и XVIII и объясненіе къ нимъ на стр. 493—5.

[34]) Захаріасъ (Zacharias *19*, 37 и слѣд.), судя по его описанію, окрашивалъ уксуснымъ карминомъ именно эти зерна.

[35]) Изъ Невы (Петербургъ) вмѣстѣ съ *Ulothrix zonata Ktz.*

Это довольно крупная водоросль грязнаго буровато-оливковаго цвѣта. Ея гормогоніи, движущіяся внутри влагалища, представляютъ отличный объектъ для изученія завѣдомо прижизненнаго строенія протоплазмы. Въ несомнѣнно живыхъ клѣткахъ такихъ гормогоній я не замѣтилъ центральнаго тѣла, зато вполнѣ отчетливо могъ убѣдиться въ существованіи intra vitam совершенно такого же ячеистаго строенія протоплазмы, какое обнаруживаютъ фиксированные и окрашенные препараты,—только при жизни оно не такъ рельефно выступаетъ. На рис. 44 представлена живая клѣтка лингбіи — именно видъ при установкѣ микроскопа на болѣе поверхностные слои протоплазмы. Рисунокъ снятъ съ помощью рисовальной камеры Аббе въ минуту остановки гормогоніи. При внимательномъ разсматриваніи ячеекъ можно замѣтить, что оливково-буроватый пигментъ окрашиваетъ стѣнки ячеекъ, а не заключается въ полостяхъ внутри ихъ.

Въ клѣткахъ лингбіи находится много зернышекъ, съ виду отличающихся другъ отъ друга только величиной, да слегка формой. Особенно много мелкихъ зернышекъ скучено по обѣ стороны поперечныхъ перегородокъ нити, причемъ около болѣе старыхъ перегородокъ (рис. 47aa) ихъ больше и они крупнѣе, а около молодыхъ (рис. 47bb) ихъ меньше и они мельче.

Окраска гематоксилиномъ обнаруживаетъ въ клѣткѣ лингбіи центральное тѣло, соотвѣтствующее по формѣ самой клѣткѣ, и зернышки двухъ сортовъ: тѣ мелкія, что лежатъ по обѣ стороны поперечныхъ перегородокъ оказываются запасными, [36]) а болѣе крупныя, лежащія ближе къ центру клѣтки — хроматиновыми (рис. 45, 46). Запасныя зерна лежатъ въ протоплазмѣ, хроматиновыя въ области центральнаго тѣла. Когда въ клѣткѣ тѣхъ и другихъ много и когда препаратъ нѣсколько перекрашенъ гематоксилиномъ, то и здѣсь нетрудно подвести ошибочно всѣ зерна подъ одну категорію и составить изъ нихъ «фибриллы» Гіеронимуса. Изученіе лингбіи, такимъ образомъ, еще разъ показало мнѣ, что *кіанофициновыя* зерна Гіеронимуса не однородны и что въ составъ его «фибриллъ» вошли зерна по меньшей мѣрѣ двухъ сортовъ.

Считаю нужнымъ замѣтить еще, что влагалище у лингбіи окрашивается гематоксилиномъ весьма слабо, клѣточная же оболочка нѣсколько сильнѣе.

---

[36]) При хорошихъ или, по крайней мѣрѣ, удовлетворительныхъ условіяхъ питанія ихъ всегда довольно много.

Oscillaria sp. Мною изслѣдовано нѣсколько видовъ осциллярій, [37]) преимущественно мелкихъ и средней величины, синевато-зеленаго цвѣта. Относительно строенія ихъ протопласта я немного могу прибавить къ вѣрному и прекрасному описанію Бючли. Ячеистое строеніе протопласта мнѣ удалось наблюдать у нѣсколькихъ формъ еще въ живыхъ клѣткахъ движущихся нитей. Система ячеекъ имѣетъ здѣсь, какъ я убѣдился, тоже устройство, что и у другихъ разслѣдованныхъ мною ціановыхъ водорослей. Отличить центральное тѣло въ клѣткахъ при жизни возможно не у всѣхъ видовъ, но стоитъ только подѣйствовать слабымъ растворомъ метиленовой сини — и оно всегда выступитъ съ полною ясностью [38]).

На препаратахъ фиксированныхъ и окрашенныхъ надлежащимъ образомъ гематоксилиномъ центральное тѣло съ хроматиновыми зернами превосходно видно (рис. 48 — 52). Очертанія центральнаго тѣла, то идутъ болѣе или менѣе параллельно контуру самой клѣтки, то въ различной степени неправильны и извилисты. [39]) Никогда однако не наблюдалъ я у осциллярій такихъ причудливо неправильныхъ формъ центральнаго тѣла, какъ у мерисмопедіи или афанокапсы.

Число и величина хроматиновыхъ зеренъ по обыкновенію варіируютъ. Иногда зеренъ много, но они не велики; въ другихъ случаяхъ ихъ меньше, зато они крупнѣе. Въ клѣткахъ очень мелкихъ формъ я нерѣдко находилъ всего одно только, но сравнительно очень крупное зерно, и одно или два очень маленькихъ (рис. 48а). Случаи гиперхроматоза попадаются часто (рис. 48 f, 50).

По обѣ стороны поперечныхъ перегородокъ у нѣкоторыхъ осциллярій, какъ то давно замѣчено, скопляется много мелкихъ зернышекъ; у другихъ видовъ такія же зернышки разсѣяны по всей протоплазмѣ. Реакціи окрашиванія ясно показали мнѣ, что зерна эти должны быть причислены къ категоріи запасныхъ [40]).

---

[37]) Изъ Швецингена (*Swetzingen*) близь Гейдельберга и изъ окрестностей Петербурга.

[38]) Объ окраскѣ живыхъ осциллярій метиль-віолеттомъ (Methylviolett) см. Zacharias *19*, 21, 25. Описанный Танглемъ (см. гл. I, стр. 161 [5]) синій пластинчатый хроматофоръ *Plaxonema oscillans Tangl*, водоросли, ничѣмъ не отличающейся, кромѣ обладанія этимъ хроматофоромъ, отъ *Oscillaria leptothricha Ktz.* (ср. Tangl *8*, 3, 11), вѣроятно не что иное, какъ бѣлковый кристаллоидъ, окрашенный фикоціаномъ въ синій цвѣтъ. Ср. Palla *33*, 550.

[39]) Ср. также рисунки Bütschli *20* и Zacharias *19*.

[40]) Подобно соотвѣтствующимъ зернамъ другихъ ціановыхъ водорослей они сравнительно медленно окрашиваются гематоксилиномъ въ синій или сине-

Какъ упомянуто было, протопластъ осциллярій имѣетъ ячеистое строеніе, которое особенно ясно выступаетъ на окрашенныхъ препаратахъ. Вакуолизацію протопласта я наблюдалъ только въ отмирающихъ клѣткахъ, — слѣдовательно явленіе это должно считаться патологическимъ [41]).

Такого строенія протопласта, какое изображено проф. Митрофановымъ [42]) на его рисункахъ 33b, 34, 35 тбл. II., мнѣ не пришлось встрѣтить у нормальныхъ осциллярій, но оно попадалось мнѣ не рѣдко у больныхъ, отмирающихъ и вообще находящихся въ ненормальныхъ условіяхъ существованія [43]).

При благопріятныхъ условіяхъ клѣтки осциллярій весьма энергично дѣлятся, но такъ какъ объ этомъ писали достаточно много [44]), то я ограничусь ссылкой на мои рисунки 51 и 52. Болѣе густаго окрашиванія гематоксилиномъ молодыхъ наростающихъ поперечныхъ перегородокъ, сравнительно со старыми, подобно тому, какъ это бываетъ у мерисмопедіи и афанокапсы, я здѣсь не наблюдалъ [45]). Не смотря на то, что въ клѣткахъ многихъ видовъ осциллярій центральное тѣло достигаетъ значительныхъ размѣровъ, прослѣдить происходящія въ немъ во время дѣленія измѣненія затруднительно, — именно вслѣдствіе его неудобной для наблюденія формы и положенія.

фіолетовый цвѣтъ. Бючли (Bütschli *20*, 17) удалось окрасить ихъ эозиномъ, но гематоксилиномъ у него они не окрашивались, тогда какъ Захаріасъ (Zacharias *19*, 39—40; *36*, 464) получилъ такую окраску у периферическихъ зеренъ *Scytonema*. Послѣ того какъ я убѣдился въ необходимости продолжительнаго дѣйствія гематоксилина для окраски запасныхъ зеренъ, я полагаю, что причина неудачи Бючли кроется въ недостаточной продолжительности окрашиванія. Уксусный карминъ окрашиваетъ запасныя зерна осциллярій медленно, но хорошо.

[41]) См. сходное мнѣніе въ монографіи осциллярій Гомона (Gomont *48*, 276). Ср. еще Bornet et Flahault *12*, 327; Zacharias *19*, 9; Hansgirg *49*, 8. Zukal *24*, 15.

[42]) Митрофановъ *30*.

[43]) Не могу также во многомъ согласиться съ даннымъ проф. Митрофановымъ описаніемъ устройства клѣтокъ осциллярій. Митрофановъ *30*, 61 — 63.

[44]) Ср. для примѣр. Bütschli *20*, 19—20.

[45]) Бючли наблюдалъ это иногда, но не всегда (Bütschli *20*, 19).

На моихъ рисункахъ, къ сожалѣнію, поперечныя перегородки у *Lyngbya*, *Oscillaria* и *Tolypothrix* (рис. 38—40, 47—52) мѣстами вышли сильно окрашенными, часто даже сильнѣе нежели продольныя стѣнки клѣтокъ. Произошло это отъ ошибки литографа, исправить которую впослѣдствіи оказалось невозможнымъ.

Tolypothrix Aegagropila Ktz. [46]) Въ живыхъ вегетативныхъ клѣткахъ этой водоросли часто, хотя и не всегда, замѣтно центральное тѣло въ видѣ свѣтлаго пятна среди синезеленой протоплазмы.

Изъ описанія Вилле можно заключить, что онъ первый въ 1883 г. разглядѣлъ центральное тѣло у *Tolypothrix lanata Ktz.*; потомъ его видѣлъ Захаріасъ въ 1887 г. у *T. Aegagropila Ktz.* [47]).

Какъ обыкновенно бываетъ у ціановыхъ, въ клѣткахъ *Tolypothrix* находятся зернышки; иногда ихъ очень много. Въ нормально вегетирующихъ клѣткахъ вакуоли не встрѣчаются, тогда какъ въ отмирающихъ или вообще находящихся въ неблагопріятныхъ условіяхъ существованія — онѣ явленіе самое обыкновенное. Въ этомъ отношеніи мои наблюденія примыкаютъ къ даннымъ Шмица, Борне, Флаго и Захаріаса, и расходятся съ показаніями Гіеронимуса и Палла [48]).

Ячеистое строеніе протоплазмы и центральнаго тѣла замѣтно при жизни, но особенно хорошо видно на фиксированныхъ и окрашенныхъ препаратахъ (рис. 41) [49]). Палла, судя по его рис. 20 тбл. XXIV, также распозналъ ячеистое строеніе протоплазмы или, по его обозначенію, хроматофора, но въ относящемся сюда его текстѣ [50]) нѣтъ достаточной ясности и опредѣленности. Тѣмъ болѣе объ этомъ можно пожалѣть, что это единственное мѣсто, гдѣ онъ говоритъ о тѣхъ наблюденіяхъ, на основаніи которыхъ утверждаетъ ячеистое строеніе хроматофора (протоплазмы) у *Cyanophyceae* вообще.

Центральное тѣло у Tolypothrix составляетъ значительную,

---

[46]) Изъ окрестностей С.-Петербурга.

[47]) О строеніи клѣтокъ у различныхъ видовъ *Tolypothrix* писали еще Скоттъ, Гіеронимусъ, Цукаль, Палла и др. (см. гл. I). Мои наблюденія ближе всего сходны съ данными Палла (Palla *33*, 540—4) относительно *Tolypothrix lanata Kirchn.* Къ сожалѣнію, рисунки этого автора недостаточно ясны и отчетливы, что, повидимому, главнымъ образомъ зависѣло отъ недостаточнаго совершенства его микроскопа (ср. его собственныя слова на стр. 527, также обрат. вниманіе на его увеличенія). Подробную работу Палла (33) я получилъ въ декабрѣ 1893 г., послѣ того какъ уже сдѣлалъ предварительное сообщеніе (1893 XI/17).

[48]) Shmitz *3*, 12 и *4*, 40; Bornet et Flahault *12*, 327; Zacharias *19*, 9; Hieronymus *26*. ср. стр. 476 и 492; Palla *33*, 541—4, 554.

[49]) При правильномъ окрашиваніи гематоксилиномъ влагалище нити и оболочки клѣтокъ окрашиваются настолько слабо, что нисколько не мѣшаютъ изученію строенія протопласта.

[50]) Palla *33*, сопостав. стр. 528—9, 541—2, 544, 561.

нерѣдко бо̀льшую часть всего протопласта (рис. 38, 41). Относительно его очертаній и формы можно повторить то, что выше было сказано о центральномъ тѣлѣ осциллярій (ср. рис. 38, 41 и 48—52). Впрочемъ необходимо здѣсь упомянуть еще объ одномъ интересномъ случаѣ расположенія центральнаго тѣла. Въ срединныхъ, болѣе или менѣе вытянутыхъ въ длину клѣткахъ нѣкоторыхъ нитей *Tolypothrix* центральное тѣло также вытягивается въ длину, доходя концами до обѣихъ поперечныхъ перегородокъ. Такимъ образомъ изъ клѣтки въ клѣтку по срединѣ нити непрерывно тянется, извиваясь, какъ бы сплошной стержень центральнаго тѣла (рис. 39). По мѣрѣ приближенія къ концамъ нити, этотъ стержень постепенно распадается на отдѣльныя изолированныя, т. е. со всѣхъ сторонъ окруженныя протоплазмой, центральныя тѣла (рис. 38).

Хроматиновыя зерна сосредоточены въ центральномъ тѣлѣ, мелкія попадаются порознь и въ протоплазмѣ (рис. 38, 39, 41). Число и размѣры ихъ, какъ видно изъ прилагаемыхъ рисунковъ, варіируютъ. Случаи гиперхроматоза встрѣчаются также. Въ нѣкоторыхъ клѣткахъ можно подмѣтить, что хроматиновыя зерна располагаются другъ за другомъ извивающимися рядами. Иногда въ клѣткѣ находится одно очень крупное хроматиновое зерно и нѣсколько очень маленькихъ (рис. 40). Отъ такихъ клѣтокъ къ клѣткамъ наиболѣе распространеннаго, такъ сказать, средняго типа (рис. 38, 39) существуетъ много переходовъ. Клѣтки съ однимъ или немногими крупными зернами, равно какъ и рядовое расположеніе хроматиновыхъ зеренъ было замѣчено и описано также Палла [51]).

Въ протоплазмѣ залегаютъ запасныя зерна — въ различномъ количествѣ и разной величины: отъ очень незначительной до величины крупныхъ хроматиновыхъ зеренъ (рис. 43). При благопріятныхъ условіяхъ, когда достаточно тепла и свѣта и окружающая среда не загрязнена разлагающимися веществами, зеренъ этихъ накопляется очень много; иногда ихъ такъ много, что клѣтка кажется, какъ бы набитой ими. Во многихъ случаяхъ, можно подмѣтить, что они располагаются красивыми криволинейными рядами, обвивающими центральное тѣло (рис. 43) [52]).

---

[51]) Palla *33*, 542.

[52]) Палла о расположеніи запасныхъ (его *Cyanohycinkörner)* зеренъ рядами у *T. lanata* говоритъ слѣдующее: «Wo sie in geringerer Anzahl auftreten, kann man häufig ganz deutlich erkennen, dass sie dem Centralkörper in mehr oder weniger parallelen Längsreihen anliegen, und öfters glaube ich auch gesehen zu haben, dass sie in einer solchen Reihe, wie es Hierony-

Изъ реакцій этихъ зеренъ особенно слѣдуетъ отмѣтить слѣдующія, отличающія ихъ отъ хроматиновыхъ зеренъ. Запасныя зерна *Tolypothrix* растворимы въ слабой соляной кислотѣ, медленно окрашиваются гематоксилиномъ въ сине-фіолетовый цвѣтъ (хроматиновыя — въ красно-фіолетовый), уксуснымъ карминомъ въ свѣтло-красный (хроматиновыя—въ темно-красный), не окрашиваются метиленовый синью, по крайней мѣрѣ въ тѣхъ условіяхъ, когда хроматиновыя окрашиваются быстро и интенсивно, не окрашиваются, въ противоположность хроматиновымъ, водной метилевой зеленью [53]).

Дѣленіе клѣтокъ происходитъ у *Tolypothrix* сходно съ таковымъ же процессомъ у осциллярій.

Молодыя гетероцисты (пограничныя клѣтки) *Tolypothrix* по строенію протопласта совершенно сходны съ обыкновенными вегетативными клѣтками (рис. 41.h,h'); только онѣ обыкновенно нѣсколько больше ихъ и оболочка у нихъ толще.

Теряя живое содержимое, гетероцисты постепенно пріобрѣтаютъ типичный для нихъ обликъ. Происходитъ это такъ. Сначала протоплазма утрачиваетъ нормальную сине-зеленую окраску и становится желтоватой; потомъ въ ней или въ центральномъ тѣлѣ появляется вакуоль. Вакуоль все больше и больше разростается, а вещество протопласта убываетъ (рис. 42). Подконецъ гетероциста является наполненной водянистой жидкостью, а отъ протопласта не остается ничего или только тонкій постѣнный слой [54]).

Съ большою ясностью можно наблюдать у *Tolypothrix* соединительныя плазматическія перемычки, притомъ какъ между гетероцистами (рис. 41 h-h', рис. 42), такъ и между гетероцистами и сосѣдними вегетативными клѣтками (рис. 41 d-h) [55]). Это довольно

---

mus will, durch einen Plasmafaden zusammengehalten werden». (Palla *33*, 541). Существованія такой плазматической нити я никоимъ образомъ не могу подтвердить.

[53]) Я не вхожу въ критическій разборъ воззрѣній Цукаля (Zukal *24*, *25*) на строеніе клѣтокъ *Tolypothrix*, такъ какъ это въ достаточной мѣрѣ сдѣлано Захаріасомъ (Zacharias *38*, 623—4) и Палла (Palla *33*, 543—4).

[54]) Ср. о гетероцистахъ *Gloeotrichia Pisum Thur.* и *Tolypothrix lanata Kirchn* у. Palla *33*, 538—9, 544.

[55]) Весьма вѣроятно, что и между вегетативными клѣтками существуютъ также плазматическія соединенія, но объ этомъ я пока не могу говорить съ увѣренностью. Ср. данныя Борзи (Borzi *14*, 100—2) о *Nostoc elipsosporum Rabh.* Замѣчу здѣсь кстати, что еще до Борзи плазматическія соединенія между клѣтками у ціановыхъ водорослей (*Microcoleus*, *Nostoc*) видѣли и хорошо изобразили на рисункахъ Борне и Тюре (Bornet et Thuret *50*, стр. 5, 6, 7, 88; табл. II и XXVIII).

длинные и широкіе мостики, проходящіе черезъ отверстія въ поперечныхъ стѣнкахъ клѣтокъ и соединяющіе сосѣдніе протопласты Вещество ихъ по виду и по реакціямъ окрашиванія соотвѣтствуетъ протоплазмѣ; строенія его я не могъ разглядѣть съ ясностью—оно представлялось мнѣ мелко и густо зернистымъ. Иногда протоплазматическіе мостики на мѣстѣ соединенія ихъ съ внутриклѣтнымъ протопластомъ обрываются съ одной (рис. 41 d) или съ обѣихъ сторонъ и потомъ съеживаются въ округлый или цилиндрическій комокъ, который и замыкаетъ собой входное отверстіе въ гетероцисту. Впрочемъ, чаще отверстіе гетероцисты закупоривается аморфной массой, сходной по реакціямъ, какъ то показалъ еще Борзи, съ веществомъ запасныхъ зеренъ («*Cianoficina*» Борзи) [56]).

Для изученія структуры протопласта у *Tolypotrix* я воспользовался еще способомъ, рекомендованнымъ Митрофановымъ [57]) и состоящимъ въ обработкѣ уже окрашенныхъ метиленовой синью объектовъ растворомъ сулемы.

Я измѣнилъ его только такимъ образомъ: предварительно фиксированныя клѣтки (сулемой или іодъ-алкоголемъ) слегка перекрашивались водной 0,1% метиленовой синью, а затѣмъ подвергались дѣйствію насыщеннаго воднаго раствора сулемы [58]). По мѣрѣ дѣйствія сулемы окраска протопласта, сначала однообразно синяя, постепенно измѣняется и дифференцируется. Слѣдя за этимъ подъ микроскопомъ, можно уловить моментъ, когда протопластъ представляетъ такую картину. Протоплазма окрашена въ красивый красный цвѣтъ, причемъ превосходно видно ея ячеистое строеніе; въ тотъ же цвѣтъ окрашены и межклѣтныя плазматическія пере-

[56]) Borzi *14*, 100—5. Гематоксилиномъ и уксуснымъ карминомъ эта масса окрашивается въ тотъ же цвѣтъ, что и запасныя зерна, но интенсивнѣе. Кромѣ перемычекъ изъ плазмы, Борзи указываетъ еще на существованіе перемычекъ между клѣтками изъ «*Cianoficina*». (Borzi *14*, 100—2). Такихъ перемычекъ мнѣ не случалось наблюдать. О плазматическомъ соединеніи гетероцисты со спорою у *Gloeotrichia* см. Palla *33*, 538. О закупоркѣ отверстія гетероцисты аморфной кіанофициновой массой («Kyanophycinmasse») ср. также Hieronymus *26*, 483. Существованіе плазматическихъ сообщеній у *Tolypothrix* вр. Гансгиргу представлялось «вѣроятнымъ» (Hansgirg *49*, 125—6).

[57]) Митрофановъ *30*, 11, 12, 14; примѣнительно къ ціановымъ водорослямъ (осцилляріямъ) см. стр. 62—3, 67, 73.

[58]) Насыщенный въ водѣ растворъ сулемы далъ мнѣ настолько ясные и хорошіе результаты, что я счелъ излишнимъ испытывать дѣйствіе насыщеннаго раствора сулемы въ 0,75% NaCl, рекомендуемаго проф. Митрофановымъ.

мычки. Центральное тѣло выкрашено въ густой синевато-фіолетовый, а хроматиновыя зерна въ темно-синій цвѣтъ [59]). При дальнѣйшемъ воздѣйствіи сулемы окраска протоплазмы блѣднѣетъ, а окраска центральнаго тѣла и хроматиновыхъ зеренъ становится свѣтло-фіолетовой — при этомъ хроматиновыя зерна мѣняютъ свой цвѣтъ послѣдними.

Еще болѣе цѣнные результаты даетъ окраска протопласта смѣсью водныхъ растворовъ 0,1% метиленовой сини и 0,1% фуксина поровну [60]). Вслѣдствіе неодинаковой хроматофиліи различныхъ элементовъ протопласта, послѣдніе окрашиваются этой фіолетовой смѣсью въ различные цвѣта.

Фиксировавъ нити *Tolypothrix* (абсолютнымъ алкоголемъ или іодъ-алкоголемъ), я сначала нѣсколеко перекрашивалъ ихъ упомянутой смѣсью, а потомъ медленно отмывалъ краску — сперва водой, потомъ 40% спиртомъ. Когда лишняя краска удалена, обнаруживается весьма ясно, что протоплазма окрасилась въ чистый ярко-красный цвѣтъ фуксиноваго раствора [61]), центральное тѣло въ фіолетовый цвѣтъ смѣси фуксина съ синью, а хроматиновыя зерна въ весьма густой темно-синій цвѣтъ (цвѣтъ метиленовой сини). По мѣрѣ дальнѣйшаго отмыванія цвѣтъ, протоплазмы переходитъ въ блѣдно-красный; въ то же время блѣднѣетъ и окраска центральнаго тѣла, причемъ оказывается (фактъ весьма интересный), что фіолетовая окраска его слагается изъ красной окраски ячеистой стромы и синей окраски заполняющаго ячейки вещества; что касается хроматиновыхъ зеренъ, то они становятся ярко-синими. Если еще далѣе будемъ промывать препаратъ, то заполняющее вещество совершенно раскрасится и нашимъ глазамъ представится такая картина: среди блѣдно-розовой ячеистой стромы протопласта изолированно лежатъ ярко-синія хроматиновыя зерна. Они послѣдними теряютъ свою окраску.

Замѣчу, что совершенно такія же явленія наблюдаются при окраскѣ смѣсью фуксина и метиленовой сини тѣхъ осциллярій, о которыхъ шла рѣчь выше. Протоплазма у нихъ, какъ и у *Tolypothrix*, оказалась явственно *эритрофильной*, тогда какъ элементы

---

[59]) Разница въ окраскѣ различныхъ частей протопласта настолько рѣзко и ясно выражена, что вполнѣ производитъ впечатлѣніе хорошей двойной окраски фуксиномъ и метиленовой синью (ср. ниже).

[60]) Способъ, въ основѣ разработанный Ауербахомъ. См. Auerbach *51*, Rosen *52*, Zacharias *53* и *47*,—въ нихъ и прочая литература метода.

[61]) Въ тотъ же цвѣтъ окрасились и плазматическія соединенія.

центральнаго тѣла: хроматиновыя зерна и заполняющее вещество—явственно *ціанофильными.*

Aphanizomenon flos aquae Allm. [62]). Ниточки этой водоросли, прикладываясь другъ къ другу, образуютъ перистыя пластинки. Въ массѣ цвѣтъ водоросли зеленый съ синеватымъ оттѣнкомъ. Въ собранномъ мною матеріалѣ много было нитей съ гетероцистами и со спорами различной величины.

Центральное тѣло замѣтно еще въ живыхъ клѣткахъ; о формѣ его будетъ сказано немного ниже. Въ клѣткахъ на концахъ нитей видны вакуоли на границѣ между центральнымъ тѣломъ и протоплазмой. Въ вегетативныхъ клѣткахъ примѣтны мелкія зернышки въ различномъ количествѣ. Въ зрѣлыхъ спорахъ зерна крупнѣе и часто ихъ такъ много, что клѣтка выглядитъ совершенно переполненной ими.

Препараты, фиксированные сулемой, іодъ-алкоголемъ или абсолютнымъ алкоголемъ и окрашенные гематоксилиномъ или метиленовой синью, даютъ намъ слѣдующее. Вдоль нити черезъ средину клѣтокъ, въ видѣ какъ бы сплошнаго стержня, тянется центральное тѣло. На оптическомъ разрѣзѣ—это лента, идущая извиваясь изъ клѣтки въ клѣтку (рис. 53, 54 i-o). По виду она нѣсколько напоминаетъ собой хлорофильную ленту спирогиры (Spirogyra). Мѣстами, особенно въ клѣткахъ, лежащихъ ближе къ спорѣ или гетероцистѣ, стержневидное центральное тѣло расчленяется на отдѣльныя для каждой клѣтки части, окруженныя со всѣхъ сторонъ протоплазмой (рис. 54 a-g). Стало быть здѣсь наблюдаемъ то же явленіе, что описано было выше у *Tolypothrix.*

Очертанія центральнаго тѣла въ вегетативныхъ клѣткахъ обыкновенно весьма неправильныя (рис. 54, 56, 57). Въ этомъ отношеніи *Aphanizomenon* приближается къ мерисмопедіи и афанокапсѣ [63]). Молодыя споры довольно сходны съ обыкновенными вегетативными клѣтками (рис. 56 s); но по мѣрѣ ихъ развитія, какъ

---

[62]) Изъ Павловска близь Петербурга. Лѣтомъ 1893 года водоросль эта появилась въ небольшихъ прудахъ въ громадномъ количествѣ. Вѣтеръ сбивалъ ее въ хлопья, которыя прибивались къ берегу или опускались на дно, покрывая его сплошнымъ, довольно толстымъ слоемъ. Отмирающія водоросли окрашивали окружающую воду въ синій цвѣтъ (диффузія фикоціана).

[63]) Бючли описалъ строеніе одной синезеленой водоросли, которую онъ считаетъ, но не съ увѣренностью, за *Aphanizomenon* (Bütschli *20*, 19 и объясн. рис. 18—(«ob Aphanizomenon?»). Если это дѣйствительно видъ *Aphanizomenon*, то онъ отличается по устройству протопласта отъ изслѣдованнаго мною *A. flos aquae Allm.*

абсолютные, такъ и относительные размѣры центральнаго тѣла возростаютъ — фактъ, заслуживающій особаго вниманія. Въ зрѣлыхъ спорахъ центральное тѣло очень велико, занимаетъ бо̀льшую часть клѣтки и окружено лишь тонкимъ слоемъ протоплазмы (рис. 54 s); очертанія его рѣдко бываютъ правильными, чаще они слегка извилистыя [64]).

Хроматиновыя зерна въ вегетатиновыхъ клѣткахъ не велики размѣромъ и залегаютъ преимущественно у самой поверхности центральнаго тѣла (рис. 53, 54, 57), хотя и въ протоплазмѣ попадаются нерѣдко (рис. 53 b, 54 d, e). Гораздо крупнѣе и многочисленнѣе хроматиновыя зерна въ вполнѣ развитыхъ спорахъ (рис. 54 s). Слѣдовательно, по мѣрѣ развитія споры, увеличивается не только объемъ центральнаго тѣла, но также и число и величина хроматиновыхъ зеренъ — стало быть вообще количество хроматиноваго вещества (ср. 56 s и 54 s).

Ячеистое строеніе протоплазмы въ вегетативныхъ клѣткахъ и въ спорахъ видно весьма отчетливо (рис. 53—4, 57) [65]). Количество запасныхъ зеренъ въ вегетативныхъ клѣткахъ, какъ то обыкновенно бываетъ, весьма варіируетъ. Чѣмъ больше и старше спора, тѣмъ больше въ ней запасныхъ зеренъ. Въ зрѣлыхъ спорахъ ихъ обыкновенно такъ много, что они переполняютъ всю протоплазму. На окрашенныхъ препаратахъ можно убѣдиться, что они залегаютъ только въ периферической части протопласта, именно въ протоплазмѣ (рис. 58).

Въ клѣткахъ, расположенныхъ на концахъ нити, быстро растущихъ и интенсивно дѣлящихся, встрѣчаются вакуоли — притомъ какъ явленіе вполнѣ нормальное. Въ этомъ отношеніи *Aphanizomenon* сходенъ съ *Gloeotrichia* по описанію Палла [66]) и отличается отъ *всѣхъ* остальныхъ изслѣдованныхъ мною ціановыхъ водорослей. въ нормальныхъ условіяхъ вакуоль не образующихъ.

Отступя нѣсколько клѣтокъ отъ конца нити (рис. 53 c) нахо-

---

[64]) Захаріасъ правильно изобразилъ центральное тѣло у *Cylindrospermum*, но въ описаніи онъ слишкомъ кратокъ (Zacharias *19*, 35—6, рис. 28).

[65]) По словамъ Дейнеги (см. выше гл. I, стр. 166 [10]) въ клѣткахъ *Aphanizomenon flos aquae* имѣется хроматофоръ въ видѣ продырявленной пластинки. На его рисункѣ (рис. 13, табл. XII) въ каждой клѣткѣ изображены 2—3 изолированныхъ зерна. Какимъ образомъ они должны представлять «сѣтку» или «продырявленную пластинку» остается для меня совершенно непонятнымъ.

[66]) Palla *33*, 520 и слѣд., 554.

димъ на границѣ между центральнымъ тѣломъ и протоплазмой небольшую вакуолю. Чѣмъ ближе лежитъ клѣтка къ концу нити, тѣмъ больше въ ней вакуоля (рис. 53 c — g), а въ послѣднихъ клѣткахъ протоплазма является уже въ видѣ постѣнной обложки, иногда едва замѣтной (рис. 53 f, g). Мѣстами вакуолю пронизываютъ тонкія плазматическія ниточки, связывающія центральное тѣло съ периферической протоплазмой (рис. 53 c, e, f).

Въ гетероцистахъ *Aphanizomenon* центральное тѣло рано дезорганизуется и разрушается; дольше сохраняется лишь тонкій периферическій слой протоплазмы [67]). Черезъ отверстія на полюсахъ гетероцисты проходятъ очень тонкія ниточки протоплазмы, соединяющія внутреннюю протоплазматическую обложку гетероцисты съ протопластами сосѣднихъ вегетативныхъ клѣтокъ (рис. 55). Впослѣдствіи эти отверстія обыкновенно мало-по-малу запираются особыми пробками конической формы, обращенными широкимъ выпуклымъ концомъ внутрь гетероцисты. Подобно тому, какъ бываетъ у *Anabaena maxima* по описанію Борзи [68]), въ пробкѣ сначала остается продольный каналъ для прохода протоплазматической ниточки, но потомъ и этотъ каналъ закупоривается и тогда гетероциста является со всѣхъ сторонъ замкнутой. Вещество пробки реагируетъ (подобно какъ у *Tolypothrix*) сходно съ веществомъ запасныхъ зеренъ.

Плазматическія соединенія существуютъ также между спорами и вегетативными клѣтками. Но это уже не тончайшія ниточки, а довольно широкіе мостики протоплазмы, соединяющіе протопластъ споры съ сосѣдними протопластами вегетативныхъ клѣтокъ (рис. 54 s—a, s—b). Когда спора вполнѣ созрѣетъ, отверстія, черезъ которыя проходятъ плазматическія перемычки, затягиваются и сообщеніе прекращается (ср. рис. 54 s и 58) [69]).

---

[67]) Оболочка гетероцистъ (рис. 55 h) толще, нежели оболочка споръ и вегетативныхъ клѣтокъ, и гораздо интенсивнѣе окрашивается гаматоксилиномъ.

[68]) Borzi *14*, 105.

[69]) Относительно физіологической функціи плазматическихъ соединеній мнѣнія изслѣдователей, какъ извѣстно, до сихъ поръ весьма расходятся. Быстрое развитіе споры и наполненіе ея большимъ количествомъ пластическаго матеріала, съ другой стороны — значительная мощность, если можно такъ выразиться, плазматическихъ мостиковъ, переброшенныхъ между спорою и вегетативными клѣтками, наводятъ меня на мысль, не служатъ ли здѣсь эти мостики путями передвиженія для пластическихъ веществъ изъ вегетативныхъ клѣтокъ въ спору.

Дѣленіе клѣтокъ у *Aphanizomenon* (рис. 56 a, b) происходитъ подобно тому, какъ у *Nostoc*. [70])

Для изученія строенія и состава протопласта разсматриваемой водоросли я примѣнялъ еще и другіе способы обработки: окраску метиленовой синью съ послѣдующимъ дѣйствіемъ сулемы и окраску смѣсью фуксина и метиленовой сини. Они дали мнѣ вполнѣ ясные и хорошіе результаты, притомъ совершенно сходные съ тѣми, которые были ранѣе получены мною при примѣненіи этихъ же способовъ къ изученію *Tolypothrix* и *осциллярій* (ср. выше). Я считаю поэтому возможнымъ ограничиться указаніемъ на это сходство и не останавливаться на нихъ подробнѣе.

ДОПОЛНЕНІЕ КЪ ГЛАВѢ ВТОРОЙ.

О строеніи протопласта бактерій.

Можно считать общепринятымъ взглядомъ въ настоящее время, что бактеріи близки и родственны ціановымъ водорослямъ. На основаніи общности многихъ морфологическихъ признаковъ ихъ обыкновенно и соединяютъ вмѣстѣ въ одинъ отдѣлъ класса водорослей— отдѣлъ «*дробянокъ*», *Schizophyta*. Отсюда понятно, что вопросъ, насколько сходны обѣ эти группы организмовъ по внутреннему устройству ихъ клѣтокъ, представляетъ не малый интересъ.

Литература относительно строенія клѣтки у бактерій за послѣднее время значительно разрослась [71]). Но такъ какъ подробный разборъ ея не входитъ въ мою спеціальную задачу, то я ограничусь краткимъ résumé современнаго состоянія вопроса и затѣмъ перейду къ изложенію собственныхъ, немногочисленныхъ наблюденій.

До половины 80-хъ годовъ протопластъ у всѣхъ бактерій описывали недифференцированнымъ; клѣточнаго ядра не находили и бактерій потому считали организмами безъядерными. Потомъ различными изслѣдователями въ клѣткахъ бактерій были найдены и описаны зернышки, относящіяся къ реактивамъ иначе, нежели осталь-

---

[70]) Ср. Zacharias *19*, рис. 48.

[71]) Ср. Митрофановъ *30*, 4—9; см. также полно составленное обозрѣніе литературы въ сочиненіи проф. Подвысоцкаго *54*, 94—96, 119.

ное клѣточное содержимое, а главное—интенсивнѣе окрашивающіяся гематоксилиномъ и анилиновыми красками [72]). Но коренное измѣненіе прежняго взгляда находимъ въ работахъ Бючли и Варлиха. По мнѣнію Бючли [73]), содержимое клѣтокъ бактерій слѣдуетъ приравнивать, въ однихъ случаяхъ—ядру высшихъ организмовъ, облеченному тонкимъ слоемъ протоплазмы, въ другихъ одному только ядру. Въ первомъ случаѣ въ клѣточномъ содержимомъ можно отличить крупное *центральное тѣло* и тонкій периферическій слой *протоплазмы* («Rindenschicht»)—слѣдовательно подобно тому какъ бываетъ у ціановыхъ водорослей, во второмъ—протоплазмы нѣтъ, по крайней мѣрѣ незамѣтно ея явственно (если оставить въ сторонѣ рѣснички), и центральное тѣло непосредственно окружено клѣточной оболочкой. Клѣточному ядру другихъ организмовъ соотвѣтствуетъ именно центральное тѣло.

Независимо и почти одновременно съ Бючли, Варлихъ [74]) пришелъ къ такому выводу: «Клѣтки большинства изслѣдованныхъ бактерій представляются, очевидно, только ядрами, окруженными оболочками, и не содержатъ цитоплазмы».

Существенно отличающееся мнѣніе отъ двухъ только что приведенныхъ высказалъ Митрофановъ. Изложивъ свои наблюденія и соображенія, онъ прибавляетъ: «Вышеизложенныя соображенія приводятъ насъ къ заключенію, что всѣ изучаемыя бактеріи никоимъ образомъ не могутъ быть сочтены за безъядерные организмы; равно не можетъ имъ быть приписана исключительно ядерная природа. Онѣ являются клѣтками въ различныхъ степеняхъ осложненія, которое выражается болѣе или менѣе полнымъ обособленіемъ ядра» [75]). Объ ядрѣ цвѣтныхъ сѣрныхъ бакте-

---

[72]) См. Babes *80*; Schottelius *56*; Ernst *18*; Протопоповъ *57*.

[73]) Bütschli *20*, 33—4, *44*, 75—9. «Die Bacterien sind meiner Auffassung nach theils vergleichbar den Kernen der Höheren, ohne sicher nachweisbare Spuren von Plasma, abgesehen von der Cilie, theils degegen Kerne mit spärlicher Umhüllung von Plasma» (*44*, 129). Подтвержденіе и дополненіе воззрѣній Бючли см. у Frenzel *62* и Zettnow *61*. По словамъ Бючли (Bütschli *44*, 78), ранѣе его лишь Клебсъ и Гюппе приравнивали бактеріи (не придавая этому особо большаго значенія) ядрамъ высшихъ организмовъ—именно вслѣдствіе ихъ способности интенсивно окрашиваться. Однако, на самомъ дѣлѣ, еще значительно раньше, въ 1883 г., эту идею соотвѣтствія подробно развивалъ Брассъ (Brass *72*, 27—31), посвятившій вопросу объ организаціи бактерій цѣлую главу въ своемъ сочиненіи.

[74]) Варлихъ *58*, 21.

[75]) Митрофановъ *30*, 59.

рій онъ говоритъ, какъ объ образованіи, «морфологически непостоянномъ, тѣсно связанномъ въ происхожденіи своихъ частей съ физіологическимъ и, можетъ быть, возрастнымъ состояніемъ протоплазматическаго тѣла самого организма» [76]).

Еще раньше на непостоянство и измѣнчивость ядра бактерій указывали Трамбусти и Галеотти [77]) и особенно Сьёбрингъ [78]), но проф. Митрофанову мы обязаны болѣе обширными разслѣдованіями по этому вопросу. Первые три автора, да еще Вагеръ [79]), указывали также, что при дѣленіи клѣтки бактерій ядро претерпѣваетъ особыя измѣненія, представляющія, по ихъ мнѣнію, сходство, хотя довольно отдаленное, съ каріокинетическимъ процессомъ.

Я изучалъ протопластъ у двухъ бактерій—*Clostridium butyricum Prazm.* (*Bacillus Amylobacter V. Tiegh*) [80]) и *Cladothrix dichotoma Cohn* [81]), примѣняя тѣ же методы, что и при разслѣдованіи ціановыхъ водорослей. Полученные мною результаты подтверждаютъ и нѣсколько дополняютъ данныя Бючли, Варлиха, Митрофанова и др.

Въ клѣткахъ живыхъ бактерій хорошо замѣтны блестящія (сильно преломляющія свѣтъ) зернышки разной величины. Если подѣйствовать слабымъ (не болѣе 0,1%) воднымъ растворомъ метиленовой сини, то зернышки эти сейчасъ же на глазахъ начинаютъ окрашиваться въ синій цвѣтъ и, чѣмъ дальше, тѣмъ гуще. Потомъ постепенно окрашивается и остальное содержимое клѣтки, но всегда слабѣе, нежели зернышки.

На препаратахъ, фиксированныхъ абсолютнымъ алкоголемъ или сулемой и окрашенныхъ гематоксилиномъ или метиленовой синью, опять ясно выступаютъ тѣ же зернышки. Метиленовая синь окрашиваетъ ихъ въ темносиній цвѣтъ, гематоксилинъ въ красно-фіолетовый, тогда какъ остальное содержимое клѣтки окрашивается имъ въ сине-фіолетовый цвѣтъ. Насколько различны бываютъ величина, число и расположеніе этихъ зернышекъ, видно изъ рисунковъ 28 — 37, представляющихъ клѣтки изъ гематоксилиновыхъ препаратовъ *Clostridium* и *Cladothrix*. Иногда въ клѣткѣ нахо-

---

[76]) Митрофановъ *30*, 56; Ср. также приведенное выше на стр. 171 [15].

[77]) Trambusti und Galeotti *59*, 720—2.

[78]) Sjëbring *60*, 68.

[79]) Wager *63*, 514.

[80]) Изъ гніющаго картофельнаго клубня.

[81]) Изъ Невы, вмѣстѣ съ *Ulothrix zonata Ktz.*

дится одно или два очень крупныхъ зерна и нѣсколько маленькихъ (рис. 31—34), причемъ первыя занимаютъ полярное (рис. 33) или иное положеніе (рис. 31, 34). Иногда въ одной половинѣ клѣтки нѣсколько маленькихъ зеренъ, тогда какъ въ другой всего одно зерно, но зато крупное (рис. 32). Встрѣчаются такія крупныя зерна, что ихъ діаметръ почти равняется діаметру клѣтки (рис. 28, 34). Часто я наблюдалъ также, притомъ не только у двухъ вышеназванныхъ бактерій, но и у другихъ сапрофитныхъ формъ, расположеніе зернышекъ по винтовой линіи (рис. 29, 37a, f). Слѣдуетъ еще замѣтить, что зерна обыкновенно залегаютъ въ периферическомъ слоѣ протопласта, нерѣдко подъ самой оболочкой клѣтки.

При образованіи споры у *Clostridium*, число и особенно величина зернышекъ уменьшаются, — очевидно вещество ихъ потребляется при этомъ процессѣ. Въ клѣткахъ съ вполнѣ сформировавшимися спорами остается лишь немного очень мелкихъ зернышекъ (рис. 35—6). Полнаго ихъ исчезанія однако мнѣ не пришлось наблюдать, хотя я изслѣдовалъ и такія спороносныя клѣтки, въ которыхъ уже наступала деформація окружающаго спору клѣточнаго содержимаго, свидѣтельствующая, какъ извѣстно, о полной зрѣлости споры [82]).

При окраскѣ фиксированной *Cladothrix* смѣсью метиленовой сини и фуксина зернышки окрашиваются въ синій цвѣтъ, тогда какъ остальное содержимое клѣтки въ красный.

На основаніи существующихъ въ литературѣ данныхъ, присоединяя къ нимъ лично добытые результаты, я полагаю, что зерна бактерій, о которыхъ только что шла рѣчь, дѣйствительно можно считать, какъ на то неоднократно указывалось и ранѣе, соотвѣтствующими хроматиновымъ зернамъ ціановыхъ водорослей и высшихъ организмовъ. Однако, прямо приравнивать весь протопластъ изученныхъ мною бактерій одному центральному тѣлу ціановыхъ во-

---

[82]) Эрнстъ (Ernst *18*, 453—4, 482—3) первый указалъ на отношеніе хроматиновыхъ зеренъ (его «*Sporogene Körner*») къ спорамъ. У нѣкоторыхъ бактерій, по его словамъ, ему удалось подмѣтить прямое превращеніе этихъ зеренъ въ споры (l. c. стр. 482). По наблюденіямъ Варлиха—«при процессѣ образованія споръ весь хроматинъ клѣтки бактеріи уходитъ на построеніе споры» (Варлихъ *58*, 21)

Замѣчу здѣсь кстати, что гематоксилинъ почти совершенно не окрашиваетъ влагалище у *Cladothrix*; оболочки клѣтокъ (въ условіяхъ приготовленія препаратовъ для изученія строенія протопласта) имъ окрашиваются, но не особенно интенсивно, тогда какъ оболочки споръ онъ повидимому совершенно не окрашиваетъ.

дорослей или одному только клѣточному ядру, я считаю невозможнымъ: ни отношеніе протопласта этихъ бактерій къ окрашивающимъ веществамъ, ни имѣющіяся теперь свѣдѣнія о протопластѣ различныхъ *Cyanophyceae* не даютъ мнѣ на это права.

Вполнѣ ясно разглядѣть строеніе протоплазматическаго вещества у такихъ формъ, какъ *Clostridium* и *Cladothrix*, не легко. Впрочемъ, у *Cladothrix* я часто и съ достаточной ясностью видѣлъ, что протопластъ состоитъ изъ 2—5 каммеръ-ячеекъ (смотря по длинѣ клѣтки), расположенныхъ въ одинъ рядъ другъ за другомъ (рис. 37 b, d, f). Такъ какъ онѣ производятъ совершенно такое же впечатлѣніе, какъ ячейки протопласта ціановыхъ водорослей, и не похожи на вакуоли (къ послѣднимъ я успѣлъ приглядѣться у разныхъ бактерій), то я склоненъ считать ихъ за ячейки въ смыслѣ Бючли.

На удачныхъ препаратахъ можно подмѣтить, что хроматиновыя зерна залегаютъ у этихъ бактерій, какъ и у *Cyanophyceae*, хотя бы небольшою своею частью, въ толщѣ стѣнокъ ячеекъ.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Сопоставленія и выводы.

Въ предшествующей главѣ я описалъ строеніе протопласта у различныхъ ціановыхъ водорослей. Теперь постараюсь, на основаніи этихъ отдѣльныхъ описаній и принявъ во вниманіе имѣющіяся въ литературѣ указанія, дать общую картину строенія протопласта этихъ водорослей.

Протопластъ изслѣдованныхъ ціановыхъ водорослей имѣетъ *ячеистое строеніе* (Waben bau) въ смыслѣ Бючли [1]). Еще при жизни водоросли разглядѣть такое строеніе можно съ достаточною ясностью, но лучше оно видно у мертвыхъ водорослей и особенно хорошо у фиксированныхъ и окрашенныхъ гематоксилиномъ или анилиновыми красками. Вездѣ, какъ въ живыхъ клѣткахъ, такъ и въ обработанныхъ различнѣйшими способами, характеръ ячеистаго строенія протопласта — во всемъ существенномъ одинъ и тотъ-же.

Отсюда съ увѣренностью можно заключить, что *ячеистая структура присуща протопласту при его жизни* [2]) и не есть явленіе

---

[1]) Bütschli *20*; 44.

[2]) О строеніи живой, движущейся протоплазмы въ клѣткахъ *Tradescantia virginica*, *Urtica urens*, *Malva sp.* см. Bütschli *44*, 79—80. Также и Крато (Crato *64*, 451, *65*, 159 и сл.) наблюдалъ ячеистое строеніе протоплазмы въ живыхъ клѣткахъ различныхъ зеленыхъ и бурыхъ водорослей, а кромѣ того у *Urtica pilulifera* и *Elodea canadensis*. Для меня сомнительно впрочемъ, чтобы Крато во *всѣхъ* случаяхъ видѣлъ дѣйствительно настоящее ячеистое строеніе.

Чрезвычайно явственное и типичное ячеистое строеніе протоплазмы мнѣ привелось наблюдать въ несомнѣнно живыхъ клѣткахъ зеленой водоросли *Ulothrix zonata Ktz.* въ окружности клѣточнаго ядра (рис. 12).

Нужно думать, что среди растеній ячеистое строеніе протоплазмы (вѣроятно и всего протопласта) столь же распространено, какъ и среди животныхъ. Ячеистое строеніе протопласта, совершенно того же типа, что у ціановыхъ водо-

посмертное или искусственно вызванное реактивами. Ячейки распредѣляются съ особою правильностью, подмѣченною и описанною Бючли. Объ ихъ расположеніи и относительной величинѣ можно составить понятіе по прилагаемымъ мною рисункамъ. Абсолютная величина ячеекъ колеблется у различныхъ видовъ отъ 0,0005 до 0,0015 мм.; по Бючли предѣлы еще тѣснѣе—0,0005-0,001 мм. [3]). Иногда (но далеко не всегда) такія колебанія размѣра ячеекъ встрѣчаются даже въ одной и той же клѣткѣ.

Никоимъ образомъ нельзя смѣшивать, тѣмъ болѣе отождествлять ячейки съ вакуолями—полостями, наполненными клѣточнымъ сокомъ. Далѣе, залегающія въ протоплазмѣ капли жира, сѣры (у сѣрныхъ бактерій) и т. п., будучи растворены, оставляютъ послѣ себя полости различной величины. Если полости эти невелики и лежатъ близко другъ къ другу, то можетъ получиться картина, напоминающая ячеистое строеніе протоплазмы. Внимательное изученіе объекта при жизни и послѣ дѣйствія различныхъ реактивовъ и навыкъ въ дѣлѣ изученія плазматическихъ структуръ помогутъ избѣжать ошибки и не дадутъ принять ложно-ячеистое строеніе за настоящее. *Ячеистое строеніе протопласта является выраженіемъ прижизненной дифференцировки самой его массы. Какъ ячейки, такъ и ихъ содержимое—вещество протоплазматическое, и, повидимому, содержимое ячеекъ отъ вещества самихъ ячеекъ отличается болѣе физическими, нежели химическими признаками.*

Еще Бючли указалъ, что различныя зернистыя включенія протопласта залегаютъ преимущественно въ узловыхъ точкахъ системы ячеекъ [4]). Я могу подтвердить это относительно распредѣленія хроматиновыхъ и запасныхъ зеренъ и плазматическихъ микрозомъ у изученныхъ мною ціановыхъ водорослей [4]а).

Вѣроятно и вакуоли возникаютъ первоначально не въ полостяхъ ячеекъ, а въ толщѣ ихъ стѣнокъ [5]).

Часто при жизни, всегда послѣ смерти протопласта, обнаруживается, что только болѣе периферическая его часть окрашена пигментомъ-фикохромомъ, тогда какъ средина его безцвѣтна или, вѣрнѣе, не обладаетъ пигментомъ. Обѣ составныя части фикохрома-

---

рослей, я наблюдалъ у дрожжевыхъ грибковъ (*Saccharomyces cerevisiae*); см. Надсонъ *66*, 12—13.

[3]) Bütschli *20*; 35; *44*, 230.

[4]) Bütschli *20*, 14, 19; *44*, 158 и др., *76*, 32.

[4]а) См. гл. II.

[5]) Объ инородныхъ включеніяхъ ячеекъ ср. Schewiakoff. *45*, 16—30

хлорофиллъ и фикоціанъ заключены въ стѣнкахъ ячеекъ, а не въ ихъ полостяхъ [6]).

Поверхностную, пигментоносную часть протопласта («Rindenschicht» Бючли) многіе изслѣдователи (Гіеронимусъ, Цукаль, Палла) [7]) разсматриваютъ за хроматофоръ, что съ физіологической точки зрѣнія совершенно вѣрно, но съ морфологической— названіе это не совсѣмъ примѣнимо, такъ какъ подъ хроматофоромъ принято разумѣть обсобленное плазматическое тѣло, окруженное безцвѣтной протоплазмой [8]). Съ другой стороны, эта часть протопласта по свойствамъ своимъ и функціи соотвѣтствуетъ клѣточной протоплазмѣ (цитоплазмѣ Страсбургера и нѣкоторыхъ другихъ авторовъ). Я предпочелъ поэтому сохранить за ней всюду названіе *протоплазмы*. Такимъ образомъ у ціановыхъ водорослей *протоплазма несетъ вмѣстѣ и обязанности хроматофора*.

Въ протоплазмѣ встрѣчаются особые маленькіе шарики или зернышки изъ плазматическаго вещества — *микрозомы*. Мнѣ пришлось наблюдать ихъ пока только у нѣкоторыхъ ціановыхъ водорослей (Merismopedia, Aphanocapsa).

У всѣхъ изслѣдованныхъ мною формъ въ протоплазмѣ въ нормальныхъ условіяхъ существованія находятся еще другаго рода зерна—они упоминались во второй главѣ подъ именемъ *запасныхъ*. Величина и количество ихъ въ клѣткѣ весьма различны. Отношеніе ихъ къ гематоксилину и другимъ краскамъ [8a]) хорошо отличаетъ ихъ, какъ отъ только что упомянутыхъ микрозомъ, такъ и отъ хроматиновыхъ зеренъ, о которыхъ рѣчь будетъ сейчасъ ниже. Впервые довольно обстоятельныя свѣдѣнія о нихъ находимъ у Борзи, кото-

---

[6]) Относительно распредѣленія пигмента находимъ слѣдующее у Палла (Palla *33*, 529: «Ich stimme hier mit Hieronymus (*26*) überein, der zuerst für das gefärbte Cyanophyceenplasma das Vorkommen von geformten Farbstoffträgern angegeben hat. Allein ich sah im Gegensatz zu Hieronymus die «*Grana*» nie rein chlorophyllgrün gefärbt (in der lebenden Zelle), sondern immer in der Nuance, wie sie einer innigen Vermengung des Chlorophyll und Phycocyan-Farbstoffes entspricht». Спеціально пигментоносныхъ *Grana* мнѣ не пришлось видѣть. Вѣроятно, эти *Grana*, по крайней мѣрѣ часть ихъ, тождественны съ выше описанными (гл. II) мною плазматическими микрозомами.

О свойствахъ типичнаго для ціановыхъ водорослей пигмента — фикоціана, см. Надсонъ 67.

[7]) См. гл. I—II.

[8]) Ср. Zacharias *19*, 9.

[8a]) См. гл. II, особен. стр. 195 [39].

рый провизорно назвалъ ихъ «*cianoficina*» [9]). По его изслѣдованіямъ, они происходятъ изъ клѣточной оболочки и притомъ только отъ поперечныхъ перегородокъ, по химической природѣ весьма сходны со студенью ностоковъ (Nostoc), а по функціи соотвѣтствуютъ крахмалу другихъ водорослей, являясь запаснымъ веществомъ [10]).

Впослѣдствіи эти зерна интересовали многихъ изслѣдователей, но свѣдѣнія о нихъ до сихъ поръ все еще недостаточны. Судя по ихъ виду въ живыхъ клѣткахъ и по реакціямъ окрашиванія, вещество ихъ дѣйствительно представляетъ нѣкоторое сходство со студенью. Такъ какъ далѣе, ихъ, очень немного въ молодыхъ росткахъ, весьма много въ спорахъ, немного въ клѣткахъ, находящихся въ неблагопріятныхъ условіяхъ питанія и, наоборотъ, много въ клѣткахъ, находящихся въ противоположныхъ условіяхъ, то въ силу этого я вполнѣ присоединяюсь къ мнѣнію Борзи относительно ихъ физіологической функціи. Поэтому же я полагаю, что, впредь до выясненія ихъ химической природы, для нихъ наиболѣе подходяще названіе «*запасныхъ*» зеренъ [11]).

Срединная безпигментная часть протопласта впервые была обслѣдована Захаріасомъ [12]), затѣмъ Бючли [13]) подробнѣе описалъ ея строеніе (у осциллярій) и назвалъ ее «*центральнымъ тѣломъ*». Подъ этимъ названіемъ она потомъ описывалась у разныхъ водорослей [14]) различными авторами, между прочимъ и въ предыдущей главѣ настоящей работы.

Изученіе различныхъ препаратовъ убѣдило меня, что «*центральное тѣло*» — не самостоятельный, вполнѣ обособленный органъ (органъ sui generis) протопласта, а лишь *центральный пунктъ въ протопластѣ локализаціи нѣкоторыхъ веществъ.*

Центральное тѣло есть совокупность срединныхъ ячеекъ про-

---

[9]) См. гл. I, стр. 162 (6). Зернамъ «*Cianoficina*» Борзи соотвѣтствуютъ мои «*запасныя*» зерна, «*Cyanophycinkörner*» Палла (Palla 33) и только часть «*Kyanophycinkörner*» Гіеронимуса (Hieronymus *26*, 479 и сл.; ср. сказанное выше стр. 188—90 [32—4]).

[10]) Borzi *14*, 97—9.

[11]) По мнѣнію Палла (Palla *33*, 534, 555), зерна эти слѣдуетъ разсматривать за первый видимый продуктъ ассимиляціи. Нѣкоторые авторы, руководствуясь реакціей іода (Errera *69*, 49; Bütschli *20*, 17), указываютъ на существованіе въ клѣткахъ осциллярій гликогена. Вопросъ этотъ нуждается въ дальнѣйшихъ болѣе точныхъ и обстоятельныхъ разслѣдованіяхъ.

[12]) Zacharias *16*, *19*.

[13]) Bütschli *20*.

[14]) См. гл. I.

топласта, отличающихся отъ другихъ, болѣе периферическихъ, лишь тѣмъ, что онѣ содержатъ особое вещество, сильно поглощающее краски — которое я предложилъ бы называть провизорно «заполняющимъ» веществомъ—и что исключительно или по преимуществу въ ихъ области сосредоточены такъ называемыя хроматиновыя зерна.

Что центральное тѣло ціановыхъ водорослей соотвѣтствуетъ клѣточному ядру высшихъ организмовъ, было обстоятельно разъяснено проф. Бючли [15]).

«Каждый гистологъ, справедливо замѣчаетъ онъ, разсматривая хорошо окрашенный препаратъ осциллярій, безъ сомнѣнія сейчасъ же выскажетъ мнѣніе, что интенсивно окрашенное центральное тѣло — ядро, а периферическій слой (Rindenschicht), наоборотъ — плазма въ клѣткѣ осцилляріи» [16]).

Мнѣ самому нерѣдко приходилось наблюдать въ препаратахъ, различнымъ образомъ приготовленныхъ, рядомъ съ ціановыми водорослями и другіе организмы: инфузоріи, биченосцы, бацилляріи, зеленыя водоросли — Oedogonium, Ulothrix и др., и я убѣждался тогда наглядно, что центральное тѣло первыхъ дѣйствительно соотвѣтствуетъ клѣточному ядру вторыхъ, а интенсивно окрашивающіяся зернышки центральнаго тѣла — хроматиновымъ зернамъ типичныхъ ядеръ. Анализъ данныхъ окраски протопласта ціановыхъ водорослей гематоксилиномъ, карминомъ и анилиновыми красками, особенно же фуксиномъ и іодной зеленью и смѣсью фуксина съ метиленовой синью (см. гл. II), окончательно укрѣпляетъ меня въ этомъ мнѣніи. *Центральное тѣло ціановыхъ водорослей и клѣточное ядро другихъ организмовъ—образованія, взаимно соотвѣтствующія и въ основныхъ чертахъ близкія по строенію и функціи.* Конечно, этимъ не утверждается ихъ полное сходство во всемъ. Между центральнымъ тѣломъ и типичнымъ ядромъ высшихъ растеній существуютъ и значительныя отличія, какъ то можно было замѣтить уже при чтеніи предшествовавшей главы. Но, благодаря существованію связующихъ переходныхъ формъ (ядра многихъ нисшихъ организмовъ), отличія эти не могутъ имѣть принципіальнаго значенія. Остановимся, однако, на нихъ нѣсколько подробнѣе.

Центральное тѣло, напр., никогда не окружено особой оболочкой,—но и у высшихъ растеній, не говоря уже о животныхъ, суще-

---

[15]) Bütschli *20*, 26—37; *44*, 75.
[16]) Bütschli *20*, 26.

ствованіе ядерной оболочки далеко не во всѣхъ случаяхъ доказано, а въ нѣкоторыхъ ея отсутствіе прямо несомнѣнно [17]). Далѣе, часто центральное тѣло, совершенно нерѣзко отграничено отъ окружающей его протоплазмы, имѣетъ весьма неправильную, если можно такъ выразиться — неопредѣленную форму и плотность не всюду одинаковую. Конечно, такое центральное тѣло отъ типичнаго, морфологически вполнѣ обособленнаго ядра весьма отличается. Но вѣдь отъ такого состоянія, только что начинающагося обособленія центральнаго тѣла, до состоянія, гдѣ центральное тѣло по своей обособленности, формѣ и составу производитъ совершенно такое же впечатлѣніе, какъ клѣточныя ядра многихъ высшихъ организмовъ, существуетъ рядъ многочисленныхъ и постепенныхъ переходовъ.

Сильно окрашивающіяся ядерными красками зернышки центральнаго тѣла, какъ указано было Бючли [18]), соотвѣтствуютъ *хроматиновымъ* зернамъ клѣточныхъ ядеръ. Въ виду отсутствія точныхъ свѣдѣній объ ихъ физико-химической природѣ, правильнѣе было бы называть ихъ хроматиноподобными или хроматинообразными,—еслибы только такія свѣдѣнія имѣлись о самомъ хроматинѣ высшихъ организмовъ. Если же довольствоваться и руководствоваться общепринятыми теперь въ гистологіи критеріями, то, я полагаю, того, что мы знаемъ объ этихъ зернахъ достаточно, чтобы и къ нимъ примѣнить наименованіе *хроматиновыхъ* [19]).

Нахожденіе хроматиновыхъ зеренъ внѣ области центральнаго

---

[17]) Ср. также сказанное у Циммермана (Zimmermann *70*, 339) и у Гертвига (*71*, 34, 40).

[18]) Bütschli *20*, 36—7; *44*, 62, 82 и др.

[19]) Зерна эти соотвѣтствуютъ *«краснымъ зернышкамъ»* Бючли (*«rothen Körnchen»* Bütschli *20*), части *«кіанофициновыхъ зеренъ»* Гіеронимуса (*«Kyanophycinkörner»* Hieronymus *26*; другая часть ихъ соотвѣтствуетъ, какъ выше упомянуто, моимъ *запаснымъ* зернамъ) и *«слизевымъ шарамъ»* Шмица и Палла (*«Schleimkugeln»* Schmitz *3*, 8 и Palla *33*, 532 и сл., 555).

Весьма неудачное наименованіе *«Schleimkugeln»* Палла заимствовалъ у Шмица. Подъ этимъ названіемъ у Шмица фигурируютъ самыя разнородныя образованія; это ясно видно, напр., изъ его стр. 11—12, гдѣ, говоря о красныхъ капляхъ масла въ плазмѣ *хроолепа* (*Chroolepus*), онъ дѣлаетъ такое замѣчаніе: «Diese «Oeltröpfchen», die ich lieber wegen ihres chemischen Verhaltens als rothe Schleimkugeln den Schleimkugeln anderer Algen an die Seite setzen möchte, füllen häufig fast das ganze Zellumen vollständig aus und lassen nur einen kleinen Theil des Zellplasmas frei».

тѣла, въ протоплазмѣ—явленіе частое и довольно характерное для ціановыхъ водорослей. *Концентрація хроматиновыхъ элементовъ является у нихъ еще незаконченной и въ разныхъ случаяхъ выражена въ разной степени.* Но и у другихъ организмовъ можно встрѣтить *внѣядерный хроматинъ*, и вѣроятно это бываетъ чаще, чѣмъ теперь извѣстно [20]).

Весьма интересно, что разсѣяніе хроматина за предѣлы ядра, иногда по всему протопласту (стадіи хроматолиза), нерѣдко наблюдается также у высшихъ организмовъ, въ томъ числѣ и у человѣка, но въ случаяхъ патологическихъ. Такъ, часто явленіе это наблюдали въ клѣткахъ раковыхъ опухолей и во многихъ другихъ случаяхъ [21]). Сравнивая такія больныя клѣтки съ деформирующимся ядромъ и разсѣивающимся хроматиномъ съ обыкновенными нормальными клѣтками ціановыхъ водорослей и бактерій, приходимъ къ выводу, что регрессивный метаморфозъ первыхъ въ сущности не что иное, какъ возвращеніе къ первобытному строенію протопласта: *то, что у высшихъ организмовъ явленіе ненормальное, патологическое, у нисшихъ представляется нормальнымъ, физіологическимъ.* Регрессируя, протопластъ быстро спускается по тѣмъ же ступенямъ, по которымъ медленно въ теченіи ряда поколѣній поднимался вверхъ. Такимъ образомъ, изученіе явленій регресса съ сравнительно-гистологической, какъ и съ сравнительно-физіологической точки зрѣнія представляетъ выдающійся обще-біологическій интересъ.

При дѣленіи клѣтки, весь протопластъ, перетягиваясь по срединѣ, дѣлится на двѣ половины. При этомъ перетягивается и центральное тѣло и распадается на два новыхъ. Приравнивая центральное тѣло клѣточному ядру, его дѣленіе слѣдуетъ считать соотвѣтствующимъ прямому или амитотическому дѣленію ядра.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ однако—у мерисмопедіи и особенно у афанокапсы, какъ описано было выше—центральное тѣло во время процесса дѣленія претерпѣваетъ такія метаморфозы, что мы должны признать въ нихъ *первую переходную ступень отъ прямаго дѣленія къ непрямому или каріокинетическому.*

---

[20]) Ср. Bütschii *44*, 62—3, 87 и др. Нужно думать, однако, что не во всѣхъ случаяхъ, находящіяся въ протоплазмѣ, *«красныя зернышки»* (*rothen Körnchen*) соотвѣтствуютъ по своей химической природѣ хроматиновымъ зернышкамъ клѣточнаго ядра.

[21]) Срв. Galeotti *77* и *78*; Четверухинъ *79*; о клѣточномъ ядрѣ въ патологическихъ случаяхъ см. еще Подвысоцкій *55*, 472—6.

Правда, ступень эта еще очень низка и слабо выражена, но сомнѣваться въ ея значеніи невозможно,—особенно, вспомнивъ тѣ разнообразные случаи упрощеннаго каріокинеза, которые даетъ намъ міръ нисшихъ организмовъ (миксомицеты, грибы, различные Protozoa). Выше упомянуто было также, что иногда центральное тѣло дѣлится *ассимметрически*, т. е. на неравныя и неодинаковыя части.

Случаи упрощеннаго, равно какъ и ассимметрическаго каріокинеза, явленія гипер- и гипохроматоза, наблюдаемыя у ціановыхъ водорослей, опять подтверждаютъ ту мысль, что явленіе необыкновенное, патологическое у высшихъ организмовъ можетъ быть обыкновеннымъ и нормальнымъ у нисшихъ [22]).

Теперь можемъ резюмировать сужденіе объ устройствѣ протопласта ціановыхъ водорослей. *Въ ряду ціановыхъ водорослей протопластъ является въ различной степени дифференцированнымъ на протоплазму и центральное тѣло; послѣднее соотвѣтствуетъ клѣточному ядру другихъ организмовъ, но отличается отъ него, главнымъ образомъ, непостоянствомъ и неустойчивостью своихъ морфологическихъ признаковъ* [23]).

Мнѣ остается разсмотрѣть еще генетическія отношенія протопласта ціановыхъ водорослей къ протопластамъ другихъ организмовъ.

Едва ли можно сомнѣваться въ настоящее время, что ціановымъ водорослямъ съ родни бактеріи. Въ пользу этого говорятъ многія данныя морфологіи. Въ пользу этого говоритъ и сравненіе устройства протопласта у тѣхъ и другихъ.

Благодаря, главнымъ образомъ, Бючли и Митрофанову [24]),

---

[22]) Объ ассиметрическомъ каріокинезѣ, явленіяхъ гипер- и гипохроматоза въ патологическихъ случаяхъ, можно найти свѣдѣнія въ сочин. Подвысоцкаго *55*, 472—6; Galeotti *77*; Stroebe *81*; въ нихъ указана подробно и литература вопроса.

[23]) Выводъ этотъ добытъ на основаніи изслѣдованій, изложенныхъ въ предыдущей главѣ.

На отсутствіе рѣзкой дифференцировки протопласта ціановыхъ водорослей и бактерій на ядро и протоплазму указывали нѣсколько изслѣдователей (см. гл. I, и дополненіе къ гл. II), особенно же Митрофановъ (*30*). Я могу присоединиться къ двумъ первымъ выводамъ (см. выше стр. 171 [15]) почтеннаго профессора, но не могу, къ сожалѣнію, того же сдѣлать относительно многихъ сторонъ его описанія строенія клѣтки у осциллярій (Митрофановъ *30*, 60—3). Ср. выше, стр. 192 [36].

Интересно, что еще въ 1882 г. Шмицъ указывалъ на возможность существованія протопласта, не вполнѣ дифференцированнаго на ядро и протоплазму (Schmitz *5*, 174).

[24]) См. выше гл. I и дополненіе къ гл. II.

для такого сравненія теперь имѣется достаточно фактическихъ данныхъ. Болѣе крупныя формы бактерій, напр. сѣрныя бактеріи *Chromatium*, *Ophidomonas* и др., по строенію протопласта весьма сходны съ нѣкоторыми ціановыми водорослями — и здѣсь и тамъ въ протопластѣ можно различить «центральное тѣло» и периферическую «протоплазму», тогда какъ у большинства мелкихъ бактерій, куда относятся между прочимъ и двѣ изслѣдованныя мною формы, такой дифференцировки уже нельзя подмѣтить. Послѣдняго рода протопластъ Бючли и Варлихъ [25]) считаютъ, какъ извѣстно, эквивалентнымъ одному клѣточному ядру высшихъ органовъ. Обдумавъ имѣющіяся въ литературѣ свѣдѣнія, равно какъ и собственныя наблюденія, я не могу присоединиться къ такому взгляду [25]а). *Недифференцированный протопластъ бактерій потенціально заключаетъ въ себѣ не только ядро (центральное тѣло), но и протоплазму. Слѣдовательно, онъ соотвѣтствуетъ всему протопласту другихъ организмовъ.* Множество различныхъ степеней дифференцировки протопласта на центральное тѣло и протоплазму и представляютъ намъ крупныя формы бактерій и ціановыя водоросли. Если представимъ себѣ типичное клѣточное ядро разсѣявшимся болѣе или менѣе равномѣрно въ массѣ клѣточнаго содержимаго, то лишь тогда получимъ протопластъ, эквивалентный недифференцированному протопласту бактерій.

Изъ вышеизложеннаго слѣдуетъ: такъ какъ протопластъ бактерій вовсе не равняется одному только клѣточному ядру, то и умозаключеніе о его бо́льшей примитивности и древности сравнительно съ протоплазмой и о происхожденіи всѣхъ организмовъ отъ голаго ядра [26]) не вытекаетъ изъ наблюдаемыхъ фактовъ. Не менѣе не справедливо отдавать первенство протоплазмѣ, какъ то дѣлаетъ Митрофановъ [27]). Наиболѣе же правильнымъ мнѣ представляется взглядъ Визнера, по которому *ядро и протоплазма филогенетически одинаковаго возраста* [28]). Такой взглядъ не только возможенъ, но и наилучше согласуется съ вышеприведенными фактами и соображеніями.

---

[25]) Раньше я къ нему склонялся. Ср. Надсонъ *68*, 28.

[25]а) См. дополненіе къ гл. II.

[26]) Ср. Bütschli *20*, 32—33; Варлихъ *58*, 2.

[27]) Митрофановъ *30*, 59—60 «Послѣднее [ядро] составляетъ продуктъ протоплазмы, этого первичнаго субстрата жизни» (с. 59).

[28]) Wiesner *73*, 266: «Man kann mit einer gewissen Berechtigung den Kern als das phylogenetisch ältere Glied der Zelle betrachten, man kann aber mit demselben Rechte das Protoplasma als den primären Zellenbestandtheil

Если названіе «*протопласта*» по преимуществу сохранить за такимъ живымъ клѣточнымъ содержимымъ, въ составъ котораго входитъ вполнѣ обособленное морфологически клѣточное ядро, то протопластъ бактерій и ціановыхъ водорослей заслуживаетъ особаго названія—*архипласта* [29]). Что архипласты бактерій и ціановыхъ водорослей связаны филлогенетически — въ высокой степени вѣроятно. Всего вѣроятнѣе, именно, что совершенно недифференцированный архипластъ мелкихъ бактерій представляется наиболѣе простымъ и примитивнымъ изъ нынѣ извѣстныхъ жизненныхъ субстратовъ [30]). Путемъ прогрессивной дифференцировки изъ него развился архипластъ крупныхъ формъ бактерій и ціановыхъ водорослей.

Гораздо труднѣе уяснить себѣ взаимныя отношенія архипласта и протопласта [30]а). Пока для этого нѣтъ достаточнаго фактическаго матеріала. Изъ рядовъ настоящихъ ціановыхъ водорослей до сихъ поръ неизвѣстно съ достовѣрностью ни одной формы, обладающей протопластомъ въ выше опредѣленномъ смыслѣ этого понятія. Правда, неоднократно описывали и причисляли къ группѣ *Cyanophyceae* различныя водоросли сине-зеленаго цвѣта, имѣющія и обособленное ядро и обособленные хроматофоры — я напомню о *Phragmonema*, *Chroodactylon*, *Chroothece*, *Glaucocystis*, *Cyanoderma* [31]) — но, какъ справедливо замѣтилъ еще Борзи о нѣкоторыхъ изъ нихъ [32]), кромѣ окраски онѣ ничего общаго не имѣютъ съ настоящими ціановыми водорослями. Присоединяясь поэтому къ мнѣнію компетентныхъ альгологовъ Шмица, Борне и

---

ansehen. Est ist aber, nach meiner Meinung, noch eine dritte Auslegung der Thatsachen erlaubt, das nämlich Kern und Protoplasma phylogenetisch gleich alt sind. Und diese Ansicht halte ich für die berechtigtste».

[29]) Понятіе *архипласта* не слѣдуетъ отождествлять съ представленіемъ Визнера объ «*архиплазмѣ*» (Wiesner *73*, 266) и Ванъ-Бенедена (Van-Beneden *36*, 346—7) о «*плассонѣ*», ибо *архипластъ* заключаетъ обособленные хроматиновые элементы.

[30]) Ср. мнѣніе Клебса о бактеріяхъ, какъ о самыхъ простѣйшихъ, примитивныхъ организмахъ (Klebs *74*, 429). Отсутствіе хлорофилла у бактерій уже не представляется въ настоящее время серьёзнымъ противопоказаніемъ ихъ первобытности, какъ то ранѣе многіе полагали. Ср. Bütschli *20*, 33; припомн. также данныя Виноградскаго (*75*) объ усвоеніи углерода угольной кислоты безхлорофильными нитрифицирующими микробами.

[30]а) Ср. соображенія по этому поводу у Палла (Palla *33*, 555—9).

[31]) См. гл. I.

[32]) Borzi *14*, 100.

Флаго, Борзи, Гіеронимуса [33]) и др., я считаю правильнымъ выдѣлить эти формы изъ группы *Cyanophyceae*, какъ не настоящія ціановыя водоросли. По этой же причинѣ мною не принято во вниманіе строеніе ихъ клѣтокъ при разборѣ вопроса о строеніи протопласта ціановыхъ водорослей. Отношеніе ихъ къ *Cyanophyceae* и вообще положеніе въ системѣ остаются пока неопредѣленными.

Такъ какъ, однако, въ случаяхъ наибольшаго обособленія центральнаго тѣла у ціановыхъ водорослей, послѣднее представляетъ весьма большое, бросающееся въ глаза, сходство съ клѣточными ядрами нѣкоторыхъ высшихъ организмовъ, то естественно поэтому допустить, что нѣкоторая часть, по крайней мѣрѣ, клѣточныхъ ядеръ произошла отъ центральнаго тѣла архипласта. Вывести же всѣ формы протопласта, наблюдаемыя у различнѣйшихъ организмовъ, изъ стадіи архипласта ціановыхъ водорослей или бактерій представляется затруднительнымъ. Легче допустить, что нѣкоторые типы клѣточныхъ ядеръ, произошли не изъ архипласта, а ведутъ свое начало отъ другой, вѣроятно болѣе древней, родоначальной формы живаго вещества.

---

[33]) Schmitz *5*, 9, 173—4; Bornet e Flahault *12*, 326; Borzi *14* 100; Hieronymus *26*, 469—71.

ЛИТЕРАТУРА.

(Litteratur).

1) L. Rabenhorst: Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio II. 1865.

2) J. Sachs: Lehrbuch der Botanik. IV Aufl. 1874.

3) Fr. Schmitz: Ueber die Zellkerne der Thallophyten. 1879.

4) — — Ueber die Struktur des Protoplasmas etc. 1880.

5) — — Die Chromatophoren der Algen. 1882.

6) W. Zopf: Zur Morphologie der Spaltpflanzen. 1882.

7) N. Wille: Ueber die Zellkerne und die Poren der Wände bei den Phycochromaceen.—Berichte d. Deutsch. Botanischen Gesellschaft. Bd. I. 1883.

8) Ed. Tangl: Zur Marphologie der Cyanophyceen. — Denkschriften d. K. K. Akademie d. Wissenschaften zu Wien. Mathem.-Naturwiss. Classe. Bd. 84. 1884.

9) G. Lagerheim: Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phycochromaceen. — Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. 2. 1884.

10) A. Hansgirg: Ein Beitrag zur Kenntniss von der Verbreitung der Chromatophoren und Zellkerne bei den Schizophyceen (Phycochromaceen).—Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. 3. 1885.

11) Л. Рейнгардъ: Альгологическія изслѣдованія. I. Матеріалы для морфологіи и систематики водорослей Чернаго моря.—Записки Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. Т. IX. Вып. II. 1885.

12) Ed. Bornet et Ch. Flahault: Revision des Nostocacées hétérocystées.—Annales des Sciences naturelles. 7 sér. Botan. T. 3. 1886.

13) Ed. Strasburger: Das botanische Practicum. 1887.

14) A. Borzì: Le comunicazioni intracellulari delle Nostochinee.—Malpighia. Vol. 1. 1887.

15) Penzig: Рефератъ статьи «A. Borzì: Le comunicazioni etc.» (см. № 14).—Botanisches Centralblatt. Bd. 32. 1887.

16) E. Zacharias: Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns u. der Sexualzellen.—Botanische Zeitung. Jahrg. 45. 1887.

17) D. H. Scott: On Nuclei in Oscillaria and Tolypothrix. — The Journal of the Linnean Society. Botany. Vol. 24. 1887.

18) P. Ernst: Ueber Kern-und Sporenbildung in Bacterien. — Zeitschrift für Hygiene. Bd· V. 1889.

19) E. Zacharias: Ueber die Zellen der Cyanophyceen. — Botanische Zeitung. Jahr. 48. 1890.

20) O. Bütschli: Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen. 1890.

21) E. Zacharias: Рефератъ работы Бючли № 20.

22) V. Deinega: Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen.—Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou. 1891. № 2. Отдѣльн. оттискъ.

23) A. Fischer: Die Plasmolyse der Bacterien.—Berichte d. K. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem.-physische Classe. 1891.

24) H. Zukal: Unber den Zellinhalt der Schizophyten. — Sitzungsberichte d. K. Academie der Wissenschaften zu Wien. Mathem.-naturw. Classe. Bd. CI. Abth. 1. 1892. Отд. оттискъ.

25) — — Ueber den Zellinhalt der Schizophyten. — Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. X. Heft 2. 1892.

26) G. Hieronymus: Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen. I. Glaucocystis Nostochinearum Itzigsohn. II. Die Organisation der Phycochromaceen-zellen. — Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Herausg. v. F. Cohn. Bd. V. H. 3. 1892.

27) P. Dangeard: Les noyaux d'une cyanophycée Le Merismopedia convoluta Bréb. — Le Botaniste. Directeur: Dangeard. 3-e série. 1-er fasc. 1892.

28) F. Marx: Untersuchungen über die Zellen der Oscillarien.—Inaug.-Dissert. Erlangen. 1892.

29) R. Chodat et O. Malinesco: Structure cellulaire des Cyanophycées. — Archives des sciences physiques et naturelles. 3-e période. Vol. 29. 1893.

30) П. Митрофановъ: О составныхъ частяхъ бактеріальныхъ организмовъ.—Варшавскія университетскія извѣстія. 1893, II—III.

31) — — О строеніи бактерій. — Протоколы отдѣленіи біол. Варшавскаго Общества Ест. 1892, № 4—5.

32) — — О примѣненіи метиленовой сини къ изученію строенія одноклѣточныхъ организмовъ и объ ядрахъ бактерій. — Проток. отдѣл. біол. Варшав. Общ. Ест. 1892, № 6.

33) E. Palla: Beitrag zur Kenntniss des Baues des Cyanophyceen-Pro-

toplasts. — Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Herausg. v. Pringsheim. Bd. 25. 1893.

34) — — Beitrag zur Kenntniss des Baues des Cyanophyceen-Protoplasts (Vorläuf. Mittheil.) — Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. XI. H. 7. 1893.

35) H. Zukal: Zur Frage über den Zellinhalt der Cyanophyceen. — Berichte Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. XII. H. 2. 1894.

36) Ed. Van-Beneden: Recherches sur l'evolution des Grégarines. — Bulletins de l'Académie royale des sciences de Belgique. Vol. XXI. 1871.

37) E. Zacharias: Ueber Valerian Deinega's Schrift «Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen».— Botanische Zeitung. Jahrg. 49. 1891.

38) — — Ueber die Zellen der Cyanophyceen.—Botanische Zeitung. Jahrg. 50. 1892.

39) — — Ueber die Zellen der Cyanophyceen.—Botanische Zeitung. Jahrg. 51. 1893.

40) G. Hieronymus: Ueber die Organisation der Phycochromaceenzellen. Herrn Prof. Dr. E. Zacharias zur Erwiderung. — Botanische Zeitung. Jahrg. 51. 1893.

41) O. Kirchner: Algen.—Kryptogamen-Flora von Schlesien. Herausg. von. F. Cohn. Bd. II. 1878.

42) M. C. Cooke: British Fresh-Water Algae. Vol. I. 1882—4.

43) Хр. Гоби: Наблюденія надъ исторіей развитія прѣсноводной водоросли Cyanochaete (=Gloeochete) Wittrockiana. — Дневникъ IX-го Съѣзда Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей. 1894. № 5.

44) O. Bütschli: Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. 1892.

45) W. Schewiakoff: Ueber einen neuen bacterienähnlichen Organismus des Süsswassers. — Habilitationsschrift. Heidelberg. 1893.

46) R. Lauterborn: Ueber Bau und Kerntheilung der Diatomeen. (Vorläuf. Mittheil.) — Verhandlungen des Naturhist.—Med. Vereins zu Heidelberg. Bd. 2. N. F. 1893. Отд. оттискъ.

47) E. Zacharias: Ueber die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern.—Berichte d. Deutsch. Botan. Gessellschaft. Bd. XI. H. 5. 1893.

48) M. Gomont: Monographie des Oscillariées. — Annales d. sciences naturelles. Botanique. 7-e série. Vol. 15. 1892.

49) A. Hansgirg: Physiologische und algologische Studien. 1887.

50) Ed. Bornet et G. Thuret: Notes algologiques. Fasc. I. 1876.

51) L. Auerbach: Ueber einen sexuellen Gegensatz in der Chromatophilie der männlichen und weiblichen Geschlechtsproducte.—Archiv für Anatomie und Physiologie. Physiol. Abtheilung. 1891.

52) F. Rosen: Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenzellen. I. Ueber tinctionelle Differenzen verschiedener Kernbestantheile und der Sexualkerne. — Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausg. von F. Cohn. Bd. V. H. 3. 1892.

53) E. Zacharias: Ueber Chromatophilie. — Berichte d. Deutsch. Botan. Gesellschaft. Bd. XI. H. 3. 1893.

54) В. Подвысоцкій: Основы общей патологіи. 1-е изд. Т. 2. 1894.

55) — — Основы общей патологіи. 2-е изд. Т. 1-й. 1894.

56) M. Schottelius: Beobachtungen kernartiger Körper im Innern von Spaltpilzen. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. IV. 1888.

57) Protopopoff: Sur la question de la structure des bactéries.— Annales de l'Institut Pasteur. vol. V. 1891.

58) В. Варлихъ: Бактеріологическіе этюды. 1890—91.

59) A. Trambusti und G. Galeotti: Neuer Beitrag zum Studium der inneren Struktur der Bakterien. — Centrablatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. XI. 1892.

60) Nils Sjëbring: Ueber Kerne und Theilungen bei den Bacterien.— Centrablatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. XI. 1892.

61) E. Zettnow: Ueber den Bau der Bakterien. — Centrablatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Bd. X. 1891.

62) J. Frenzel: Ueber den Ban und die Sporenbildung grüner Kaulquappenbacillen. — Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheitin. Bd. XI. 1891.

63) H. Wager: On a nuclear strukture in the Bacteria. — Annals of Botany. Vol. V. 1891.

64) E. Grato: Beitrag zur Kenntniss der Protoplasmastructur. — Berichte d. Deutsch botan. Gesellschaft. Bd. X. H. 8. 1892.

65) — — Morphologische und mikrochemische Untersuchungen über die Physoden.—Botanische Zeitung. Jahrg. 51. 1893.

66) Г. Надсонъ: О строеніи клѣтки у Saccharomyces cerevisiae. — Дневникъ IX-го Съѣзда Русскихъ Естествоиспытателей и Врачей. 1894. № 7.

67) — — Замѣтка о фикоціанѣ осциллярій и его отношеніяхъ къ другимъ растительнымъ пигментамъ. — Ботаническія Записки (Scripta Botanica). Т. IV. 1892.

68) — — О строеніи клѣтки у ціановыхъ водорослей и у нѣкоторыхъ бактерій (предв. сообщ.).—Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. Т. XXIV. 1894.

69) L. Errera: L'épiplasme des Ascomycètes. 1882.

70) A. Zimmermann: Sammel-Referate aus dem Gesammtgebiete der Zellenlehre.—Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Bd. III. 1893.

71) О. Гертвигъ: Клѣтка и ткани. Основы общей анатоміи и физіологіи. 1894.

72) A. Brass: Biologische Studien. I. Th. I. H. 1883.

73) J. Wiesner: Die Elementarstructur und das Wachsthum der lebenden Substanz. 1892.

74) G. Klebs: Flagellaten Studien. I—II. — Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 55. 1892.

75) S. Winogradsky: Recherches sur les organismes de la nitrification.—Annales de l'Institut Pasteur. Vol. 4. 5. 1890—1891.

76) O. Bütschli: Ueber die künstliche Nachahmung der karyokinetische Figur. — Verhandlungen d. Naturhist. — Medicin. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. V. 1893.

77) G. Galeotti: Beitrag zum Studium des Chromatins in den Epithelzellen der Carcinome. — Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, herausg. v. Ziegler. Bd. 4. H. 2. 1893.

78) — — Ueber experimentelle Erzeugung von Unregelmässigkeiten des Karyokinetischen Processes. — Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur algemeinen Patbologie, herausg. v. Ziegler. Bd. 4. H. 2. 1893.

79) Ѳ. Четверухинъ: Къ вопросу объ измѣненіяхъ клѣточнаго ядра при бѣлковой и жировой дегенераціи печени въ теченіи брюшнаго тифа. — Диссерт. 1889.

80) V. Babes: Ueber isolirt färbbare Antheile der Bacterien. — Zeitschrift für Hygiene. Bd. V. 1889.

81) H. Stroebe: Ueber Vorkommen und Bedeutung der assymmetrischen Karyokinese etc —Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, herausg. v. Ziegler. Bd. 4. H. 1. 1893.

82) Хр. Гоби: Отчетъ объ альгологическихъ изысканіяхъ, произведенныхъ лѣтомъ 1877 г. въ Финскомъ заливѣ.—Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. Т. X. 1879 г.

ОБЪЯСНЕНІЕ РИСУНКОВЪ.

(Таблица V).

Всѣ рисунки сняты при увеличеніи въ 1000 разъ (Зейберта апохромат. объективъ $\frac{2\ mm.}{n.\ Ap.\ 1.30}$, компенсац. окуляръ 8; рисов. аппаратъ A b b é).

Рисунки, при которыхъ показано бо́льшее увеличеніе, представляютъ увеличенныя копіи съ оригиналовъ. Вездѣ, кромѣ рис. 9a, 43 и 44 — оптическіе разрѣзы. Центральное тѣло условно обозначено сѣрой краской; красно-фіолетовыя зерна — хроматиновыя; синія зерна — запасныя (кромѣ рис. 11 и 40); h и h' — гетероцисты; s — спора; z — молодая поперечная перегородка. Подробн. см. въ текстѣ.

Рис. 1—11. *Merismopedia elegans* A. Br.

Рис. 1 и 3. Сулема; гематоксилинъ. (фиксирована сулемой; окрашена гематоксилиномъ). Увелич. 2000.

Рис. 2. 1% растворъ осміевой кислоты; гематоксилинъ. Клѣтка, приступающая къ дѣленію. Залагающаяся поперечная перегородка не нарисована. Увелич. 2000.

Рис. 4—6. Тоже. Сулема; гематоксилинъ. Увелич. 1000.

Рис. 7—8. 1% растворъ осміевой кислоты; гематоксилинъ и везувинъ. Увелич. 1000.

Рис. 9. 1% растворъ осміевой кислоты; гематоксилинъ. 9a — при установкѣ микроскопа на поверхностномъ слоѣ протопласта; 9b — въ оптическомъ разрѣзѣ. Увелич. 1000.

Рис. 10. Пикриновая кислота; гематоксилинъ. 2 гипохроматозныя клѣтки. Увелич. 1000.

Рис. 11. Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Периферическая часть протопласта. Синія зернышки — плазматическія микрозомы. Увелич. 4000.

Рис. 12. *Ulothrix zonata* Ktz. Живая. Клѣточное ядро съ ядрышкомъ, окруженное протоплазмой. Увелич. около 1500.

Рис. 13. *Gloeocapsa polydermatica* Ktz. Сулема; гематоксилинъ. Увелич. 2000.

Рис. 14. *Chroococcus turgidus* Näg. Сулема; гематоксилинъ. Увелич. 1000.

Рис. 15—20. *Merismopedia elegans* A. Br.

Рис. 15. Іодъ-алкоголь, потомъ пары осміевой кислоты; гематоксилинъ. Дѣлящаяся клѣтка. Увелич. 1000.

Рис. 16—17. Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Дѣлящіяся клѣтки. Увелич. 1000.

Рис. 18. Сулема; гематоксилинъ. Дѣлящаяся гиперхроматозная клѣтка. Увелич. 1000.

Рис. 19. Іодъ-алкоголь, потомъ пары осміевой кислоты; гематоксилинъ. 2 молодыя гиперхроматозныя клѣтки. Увелич. 1000.

Рис. 20. Пикриновая кислота; гематоксилинъ. 2 молодыя сильно гиперхроматозныя клѣтки. Увелич. 1000.

Рис. 21—27. *Aphanocapsa Grevillei* Rabenh.

Рис. 21—22. Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Увелич. 1000.

Рис. 23—27. Та-же обработка. Дѣленіе клѣтки. Увелич. 1000.

Рис. 28—36. *Clostridium butyricum Prazm.*

Рис. 28—34. Сулема; гематоксилинъ. Увелич. 2000.

Рис. 35—36. Та-же обработка. Клѣтки со спорами (s). Увелич. 2000.

Рис. 37. *Cladothrix dichotoma Cohn.* Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Увелич. 2000.

Рис. 38—43. *Tolypothrix Aegagropila* Ktz.

Рис. 38—39. Сулема; гематоксилинъ. Вегетативныя клѣтки на концѣ (38) и въ срединѣ (39) нити. Увелич. 1000.

Рис. 40. Іодъ-алкоголь; метиленовая синь. Часть изъ средины нити. Синія зернышки—хроматиновыя зерна. Увел. 1000.

Рис. 41. Сулема; гематоксилинъ. Вегетативныя клѣтки (a—d) и гетероцисты (h и h′). Протоплазматическія соединенія между гетероцистами (h—h′) и между гетероцистой и вегетативной клѣткой (h—d). Увелич. 2000.

Рис. 42. Сулема; гематоксилинъ. 4 гетероцисты, соединенныя протоплазматическими перемычками. Ув. 1000.

Рис. 43. Сулема; гематоксилинъ. 2 вегетативныя клѣтки съ запасными зернами. Зерна проектированы на одну плоскость. Увелич. 2000.

Рис. 44—47. *Lyngbya curvata* Rabenh.

Рис. 44. Одна живая клѣтка изъ подвижной гормогоніи. Видъ при установкѣ микроскопа на поверхностномъ слоѣ протопласта. Увелич. 2000.

Рис. 45. Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Продольный оптическій разрѣзъ. Увелич. 2000.

Рис. 46. — — Поперечный оптическій разрѣзъ. Ув. 2000.

Рис. 47. — — Конецъ гормогоніи; аааа — болѣе старыя, bbb—болѣе молодыя поперечныя перегородки. Увелич. 1000.

Рис. 48. *Oscillaria sp.* Сулема; гематоксилинъ. Увелич. 2000.

Рис. 49. *Oscillaria sp.* Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Конецъ нити. Увелич. 2000.

Рис. 50. — — Гиперхроматозная клѣтка. Увелич. 2000.

Рис. 51. — — Дѣлящіяся клѣтки (a и b). Увелич. 2000.

Рис. 52. — — 2 молодыя клѣтки. Увелич. 2000.

Рис. 53. *Aphanizomenon flos aquae* Allm. Іодъ-алкоголь; гематоксилинъ. Конецъ нити. Увелич. 1000.

Рис. 54. — — Часть изъ средины нити: a — o вегетативныя клѣтки, s — спора. Протоплазматическія соединенія между спорою (s) и вегетативными клѣтками (a и b). Увелич. 1000.

Рис. 55. — — Часть изъ средины нити: a — a вегетативныя клѣтки, h—гетероциста. Протоплазматическія содиненія между гетероцистой (h) и вегетативными клѣтками (a и a). Увелич. 1000.

Рис. 56. — — Молодая спора (s) и по обѣ стороны ея дѣлящіяся вегетативныя клѣтки (a—b). Увелич. 1000.

Рис. 57. — — Вегетативная клѣтка изъ средины нити. Увелич. 2000.

Рис. 58. — — Зрѣлая спора. Увелич. 1000.

UEBER DEN BAU DES CYANOPHYCEEN-PROTOPLASTES

von

Georg Nadson.

Assistent am Botanischen Laboratorium d. K. Universität zu St.-Petersburg.

Résumé.

Die ersten Untersuchungen über die *Oscillarien* hat der Verfasser schon im Jahre 1891 unternommen. Nachdem setzte er seine Arbeit im Frühjahr und Sommer 1892 in Heidelberg, im Laboratorium und unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. O. Bütschli, fort und dann aber (1892—1893) wieder im Botanischen Kabinet der K. Universität zu St.-Petersburg. Trotzdem alle wichtigeren Facta schon vor Anfange des Winters 1892 erzielt waren, hat der Verf. doch mit deren Veröffentlichung gezögert, da er sie objectiver überlegen wollte und obendrein noch mit anderen Arbeiten in Anspruch genommen war [1]).

Hierbei ergreift der Verf. die Gelegenheit nochmals seinen innigsten Dank dem hochverehrtem Prof. Dr. O. Bütschli für seine liebenswürdige Unterstützung durch werthvollen Rat und Belehrung anszusprechen.

Als Material haben dem Verf. bei seiner Arbeit folgende Cyanophyceen-Formen gedient: *Merismopedia elegans* A. Br., *Aphanocapsa Grevillei* Rbh., *Chroococcus turgidus* Näg., *Gloeocapsa polydermatica* Ktz., *Lyngbya curvata* Rbh., *Oscillaria sp.*, *Tolypothrix Aegagropila* Ktz. und *Aphanizomenon flos aquae* Allm.

Im Anschluss daran unterwarf der Verf. auch die Struktur der Protoplastes bei zwei Bacterien: *Clostridium butyricum* Prazm. (*Bacillus Amylobacter* V. Tiegh) und *Cladothrix dichotoma* Cohn, einem verhleichenden Studium.

---

[1]) Eine vorläufige Mitteilung ist vom Verf. in der Sitzung den $^{17}/_{29}$ November 1893 der Botanischen Section d. St.-Petersburger Naturforschergesellschaft gehalten worden.

Die Algen und Bacterien wurden zuerst lebend, dann auf verschiedene Weise bearbeitet untersucht. (Seybert's Apochrom. Object. $\frac{2-1,5 \text{ mm}}{\text{n. Ap. } 1.30}$, compens. Ocul. 4—18). Hauptsächlich wurden verschiedene Fixirungs und Färbungsmethoden angewandt.

Die Hauptresultate, welche der Verfasser bei der Untersuchung der eben erwähnten Organismen erzielt hat, können folgenderweise zusammengefasst werden:

1) Der Protoplast der untersuchten Cyanophyceen zeigt einen Wabenbau im Sinne Bütschli's. Schon beim Leben der Alge kann solche Struktur deutlich genug wahrgenommen werden, aber bedeutend besser bemerkt man dieselbe bei todten Algen und besonders gut bei solchen, welche fixirt und mit Hämatoxylin oder Anilinfarbstoffen gefärbt worden sind. Ueberall, wie in lebenden, so auch in verschiedenartig behandelten Zellen, bleibt der Charakter des Wabenbaues in Allem ziemlich derselbe. Deshalb kann man fest behaupten, dass die Wabenstruktur dem Protoplaste noch bei seinem Leben eigen ist und nicht eine Erscheinung darbietet, welche durch den Tod oder auf künstliche Weise durch Reagentien hervorgerufen wird.

Der Wabenbau des Protoplastes erweist sich, als Resultat der Differenzierung intra vitam seiner Masse selbst. Wie die Waben, so auch ihr Inhalt sind protoplasmatische Substanzen und nach Verf. Dafürhalten, unterscheidet sich der Inhalt der Waben von ihnen selbst eher durch physische, als durch chemische Kennzeichen.

2) Beim lebenden Protoplaste kann man oft, beim todten aber stets bemerken, dass nur der peripherischere Teil des Protoplastes mit dem Pigment (Phycochrom) gefärbt ist, während seine Mitte farblos bleibt, oder vielmehr kein Pigment enthält.

Der äussere, das Pigment enthaltende Teil des Protoplastes («Rindenschicht» Bütschli's) fungirt zugleich bei den untersuchten Cyanophyceen als Zellenprotoplasma (Cytoplasma) und als Chromatophor. Der Verfasser hält es für zweckmässiger denselben einfach «Protoplasma» zu nennen.

Beide Bestandteile des Phycochroms-Chlorophyll und Phycocyan sind in den Wänden der Waben und nicht in ihrem Innern enthalten.

3) Der mittlere pigmentlose Teil des Protoplastes, der «Centralkörper» (Bütschli) ist kein selbständiges, vollständig abgesondertes Organ (Organ sui generis) des Protoplastes, sondern bietet nur einen centralen Localisationspunkt einiger Stoffe im Protoplaste dar.

Der Centralkörper ist eigentlich nichts anderes, als der Gesamtteil der mittleren Waben des Protoplastes, welche sich von den äusseren nur dadurch unter-

scheiden, dass sie einen besonderen, stark färbbaren Stoff enthalten-welchen der Verf. provisorisch «Füllsubstanz» zu nennen vorschlagen würde-und dass ausschliesslich oder hauptsächlich in ihrer Region die sogenannten Chromatinkörner concentriert sind.

Der Centralkörper der Cyanophyceen und der Zellkern anderer Organismen sind Bildungen, welche nicht nur einander entsprechen und vertreten, sondern auch den Hauptzügen nach in vielen Fällen sich nähern.

Die Analyse der Färbungsresultate des Cyanophyceen-Protoplastes mit Hämatoxylin, Karmin und Anilinfarbstoffen, besonders mit Fuchsin u. Jodgrün und mit der Mischung von Fuchsin und Methylenblau bekräftigt den Verf. vollständig in dieser Meinung.

4) In der Reihe der Cyanophyceen zeigt der Protoplast verschiedene Differenzierungsstufen in Protoplasma u. Centralkörper; letzterer entspricht dem Zellkerne anderer Organismen, unterscheidet sich aber von diesem hauptsächlich durch Unbeständigkeit seiner morphologischen Merkmale.

5) In dem Zellinhalte der Cyanophyceen befinden sich dreierlei Körnchen: Chromatinkörner, Reservekörner und plasmatische Mikrosomen, welche sich durch ihr Verhalten zum Hämatoxylin und anderen Farbstoffen gut unterscheiden lassen. Die beiden ersten Arten sind vom Verf. bei allen von ihm untersuchten Cyanophyceen gefunden worden, die letztere war nur bei *Merismopedia* und *Aphanocapsa* deutlich genug zu beobachten, es ist aber wahrscheinlich, dass sie auch bei den übrigen Cyanophyceen nicht fehlt.

Die Chromatinkörner des Verf. dürfen den roten Körnchen Bütschli's (Litt. 20), den Schleimkugeln von Palla (33) und teilweise denjenigen von Schmitz (3) und einem Teile der «Kyanophycinkörner» von Hieronymus (26) entsprechen.

Die Chromatinkörner sind hauptsächlich, selten ausschliesslich in dem Centralkörper der Zelle concentriert. Die Concentration der Chromatinbestandteile erscheint bei den Cyanophyceen noch nicht vollendet und in verschiedenen Fällen verschiedenermassen vertreten zu sein.

Ausser dem öfter vorkommenden mittelmässigen Chromatingehalte der Zelle wurde vom Verf. nicht selten wie ein überschüssiger, so auch mangelhafter Chromatingehalt (die Erscheinung von Hyper-oder Hypochromatose, hyper-oder hypochromatische Zellen) beobachtet.

Zellen mit verändertem Chromatingehalte verlieren die Fähigkeit nicht sich durch Teilung zu vermehren. (Conf. Taf. V).

Die plasmatischen Mikrosomen und Reservekörner befinden sich nur im Protoplasma; letztere fungieren aller Wahrscheinlichkeit nach gleich der Stärke bei anderen Algen-als Reservestoff. (Conf. Borzi 14, 79—9). Reservekörner entsprechen den Körnern «Cianoficina» von Borzi(14), «Cyanophycinkör-

nern» von Palla (33) und einem Teile der «Kyanophycinkörner» von Hieronymus (26).

Die Grösse und Anzahl der Chromatin-, sowie auch der Reservekörner sind in verschiedenen Zellen sehr verschieden.

Die plasmatischen Mikrosomen sind kleine Kugeln oder Körnchen plasmatischer Substanz, welche in den Knotenpunkten des Protoplasma-Wabensystems eingelagert sind.

6) Bei der Zellteilung halbiert sich der ganze Protoplast durch Einschnürung in der Mitte. Dabei schürt sich auch der Centralkörper ein und zerfällt in zwei neue.

Stellt man den Centralkörper dem Zellkerne zur Seite, so müsste man seine Teilung für eine der directen oder amytotischen Kernteilung entsprechende halten. So verhält es sich in den meisten Fällen. Bei einigen Organismen dagegen, wie z. B. bei *Merismopedia* und besonders bei *Aphanocapsa*, unterliegt der Centralkörper während des Teilungsprocesses nicht selten solchen Metamorphosen, welche man als erste Uebergangsstufe von der directen zu der indirecten oder karyokinetischen Teilung anerkennen muss. Der Verf. hat ebenfalls Fälle der «assymmetrischen» Teilung des Centralkörpers, d. h. auf ungleiche Teile, beobachtet.

7) Als der Verf. den normalen Cyanophyceen-und Bacterien-Protoplast mit dem Protoplaste der Zellen des menschlichen Körpers in einigen pathologischen Fällen (Carcinome und andere Fälle) verglich, kam er zu der Ueberzeugung, dass für höhere Organismen als anormal und pathologisch zu bezeichnender Zustand für die niederen Lebewesen als normaler und physiologischer angesehen werden muss. [Vergl. das allgemeine Verhalten und die Natur des Centralkörpers, die Zerstreuung des Chromatins ausserhalb des Centralkörpers, die Teilung des Centralkörpers, die Fälle des vereinfachten, sowie auch des vereinfacht-assymmetrischen karyokinetischen Processes, die Erscheinungen von Hyper- und Hypochromatose in den Cyanophyceenzellen].

8) Die grösseren Bacterienformen, z. B. die Schwefelbacterien — *Chromatium*, *Ophidomonas*, sind der Struktur des Protoplastes nach, wie es schon Bütschli nachgewiesen hat, den Cyanophyceen ähnlich. Der Protoplast der meisten kleineren Bacterien (hierzu gehören auch die zwei vom Verf. untersuchten Formen) zeigt keine Differenzierung in Centralkörper und peripherisches Protoplasma.

Der undifferenzierte Protoplast solcher Bacterien enthält in sich potentiel nicht nur den Kern (Centralkörper) allein, sondern auch das Protoplasma. Er entspricht also dem ganzen Protoplaste anderer Organismen.

Wenn wir uns den typischen Zellkern mehr oder weniger gleichmässig in der Masse des Zellinhaltes zerstreut vorstellen, so werden wir nur in diesem Falle einen dem undifferenzierten Bacterien-Protoplaste equivalenten Protoplast haben.

9) Der Zellkern ist phylogenetisch nicht älter und nicht jünger, als das Protoplasma. Als richtigste erscheint dem Verf. die Vermuthung Wiesner's, nach welcher «Kern und Protoplasma phylogenetisch gleich alt sind».

Diese Ansicht ist nicht nur zulässig, sondern stimmt auch am Besten mit den vom Verf. angeführten Beobachtungen und Betrachtungen überein.

10) Behält man die Benennung «*Protoplast*» hauptsächlich für solch'einen lebenden Zellinhalt, in welchem ein morphologisch gesonderter Zellkern als Bestandteil vorhanden ist, so verdient der Protoplast der Bacterien und Cyanophyceen einen besonderen Namen «*Archiplast*» [1]).

Es ist anzunehmen, dass die Archiplasten der Bacterien und der Cyanophyceen phylogenetisch zusammenhängen. Höchst wahrcheinlich stellt nämlich der vollständig undifferenzierte Archiplast der kleineren Bacterien das einfachste u. primitivste der bis jetzt bekannten Lebenssubstrate vor. Durch eine progressive Differenzierung hat sich aus ihm der Archiplast der grösseren Bacterien und Cyanophyceen entwickelt.

Schwerer ist es sich die Verhältnisse zwischen Archiplast und Protoplast (im oben begrenzten Sinne dieses Begriffes) festzustellen.

Auf Grund der vorhandenen Beobachtungen ist es für sehr wahrscheinlich zu halten, dass wenigstens ein Teil der Zellkerne aus dem Centralkörper des Archiplastes entstanden sei. Jedoch scheint dem Verf. noch gewagt zu sein, al Protoplastenformen, welche man bei den verschiedenen Organismen beobachtet, von dem Cyanophyceen-oder Bacterienprotoplaste abzuleiten; es ist eher anzunehmen, dass einige Lebewesen nicht von dem Archiplaste, sondern von einer anderen, vielleicht noch älteren Urform des Lebenssubstrates ihren Anfang führen.

---

[1]) Der Begriff «Archiplast» darf nicht mit den Vorstellungen Wiesner's (73) über «Archiplasma» und Van-Beneden's über «Plasson» identificiert werden, weil der Archiplast gesonderte Chromatinelemente enthält.

ERKLÄRUNG DER TAFEL V.

Alle Abbildungen sind bei Vergrösserung 1000 (Seybert's apochromat. Object. $\frac{2\ \text{mm.}}{\text{n. Ap. 1. 30}}$, compensat. Ocul. 8; Zeichenapparat von Abbé) aufgenommen.

Die Abbildungen, bei welchen eine stärkere Vergrösserung angegeben ist, stellen vergrösserte Kopien der Originale dar. Ueberall, ausser Fig. 9a, 43 u. 44, sind es optische Durchschnitte. Der Centralkörper ist mit grauer Farbe angegeben; die rotvioletten Körner sind Chromatinkörner, die blauen — Reservekörner (ausser Fig. 11 u. 40); h und h'—Heterocysten; s — Spore; z — eine junge Querwand.

Fig. 1—11. *Merismopedia elegans* A. Br.

Fig. 1 und 3. $^{2000}/_{1}$. (Vergr. 2000). Sublimat; Hämatoxylin (mit Sublimat fixirt, mit Hämatoxylin gefärbt).

Fig. 2. $^{2000}/_{1}$. 1% Osmiumsaürelösung; Hämatoxylin. Eine in Teilung begriffene Zelle. Die Anlage der Querwand ist nicht dargestellt.

Fig. 4—6. $^{1000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin.

Fig. 7—8. $^{1000}/_{1}$. 1% Osmiumsaürelösung; Hämatoxylin und Vesuvin.

Fig. 9. $^{1000}/_{1}$. 1% Osmiumsaürelösung; Hämatoxylin. 9a—bei der Einstellung des Mikroskopes auf die Oberfläche des Protoplastes; 9b — im optischen Durchschnitte.

Fig. 10. $^{1000}/_{1}$. Pikrinsaüre; Hämatoxylin. 2 hypochromatische Zellen.

Fig. 11. $^{4000}/_{1}$. Jod-Alkohol; Hämatoxylin. Der peripherische Teil des Protoplastes. Die blauen Körnchen sind plasmatische Mikrosomen.

Fig. 12. *Ulothrix zonata* Ktz. c. a. $^{1500}/_{1}$. Lebend. Ein von Protoplasma umgebener Zellkern mit Nucleolus.

Fig. 13. *Gloeocapsa polydermatica* Ktz. $^{2000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin.

Fig. 14. *Chroococcus turgidus* Näg. $^{1000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin.

Fig. 15—20. *Merismopedia elegans* A. Br.

Fig. 15. $^{1000}/_{1}$. Jod-Alkohol, dann Osmiumsaüredämpfe; Hämatoxylin. Eine sich teilende Zelle.

Fig. 16—17. $^{1000}/_{1}$. Jod-alkohol; Hämatoxylin. Zellen, welche sich teilen.

Fir. 18. $^{1000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin. Eine sich teilende hyperchromatische Zelle.

Fig. 19. $^{1000}/_{1}$. Jod-Alkohol; dann Osmiumsaüredämpfe; Hämatoxylin. 2 junge hyperchromatische Zellen.

Fig. 20. $^{1000}/_{1}$. Pikrinsaüre; Hämatoxylin. 2 junge stark hyperchromatische Zellen.

Fig. 21—27. *Aphanocapsa Grevillei* Rabenh.

Fig. 21—22. $^{1000}/_{1}$. Jod-Alkohol; Hämatoxylin.

Fig. 23—27. $^{1000}/_{1}$. Dieselbe Behandlung. Die Zellteilung.

Fig. 28—36. *Clostridium butyricum* Prazm.

Fig. 28—34. $^{2000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin.

Fih. 35—36. $^{2000}/_{1}$. Dieselbe Behandlung. Zellen mit Sporen (s).

Fig. 37. $^{2000}/_{1}$. *Cladothrix dichotoma* Cohn. Jod-Alkohol; Hämatoxylin.

Fig. 38—43: *Tolypothrix Aegagropila* Ktz.

Fig. 38—39. $^{1000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin. Vegetative Zellen am Ende (38) und in der Mitte des Fadens.

Fig. 40. $^{100}/_{10}$. Jod-Alkohol; Methylenblau. Ein Teil aus der Mitte des Fadens. Die blauen Körner sind Chromatinkörner.

Fig. 41. $^{2000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin. Vegetative Zellen (a—d) und Heterocysten (h—h'). Protoplasmatische Verbindungen zwischen zwei Heterocysten (h—h'), sowie zwischen einer Heterocyste und einer vegetativen Zelle (h—d).

Fig. 42. $^{1000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin. 4 Heterocysten mit protoplasmatischen Verbindungen zwischen ihnen.

Fig. 43. $^{2000}/_{1}$. Sublimat; Hämatoxylin. 2 vegetative Zellen mit Reservekörnern. Die Körner sind auf eine Fläche projectirt.

Fig. 44—47. *Lyngbya curvata* Rabenh.

Fig. 44. $^{2000}/_{1}$. Eine lebende Zelle aus einer beweglichen Hormogonie. Die Einstellung des Mikroskopes auf die äussere Schicht des Protoplastes.

Fig. 45. $^{2000}/_{1}$. Jod-Alkohol; Hämatoxylin. Optischer Längsschnitt.

Fig. 46. $^{2000}/_{1}$. — — Optischer Querschnitt.

Fig. 47. $^{1000}/_{1}$. — — Das Ende einer Hormogonie: aaaa — ältere, bbb—jüngere Querwände.

Fig. 48. $^{2000}/_{1}$. *Oscillaria* sp. Sublimat; Hämatoxylin.

Fig. 49—52. *Oscillaria* sp. Jod-Alkohol; Hämatoxylin.

Fig. 49. $^{2000}/_{1}$. Das Ende des Fadens.

Fig. 50. $^{2000}/_{1}$. Eine hyperchromatische Zelle.

Fig. 51. $^{2000}/_{1}$. Zellteilung (a und b).

Fig. 52. $^{2000}/_{1}$. 2 junge Zellen.

Fig. 53—58. *Aphanizomenon flos aquae* Allm. Jod-Alkohol; Hämatoxylin.

Fig. 53. $^{1000}/_{1}$. Das Ende des Fadens.

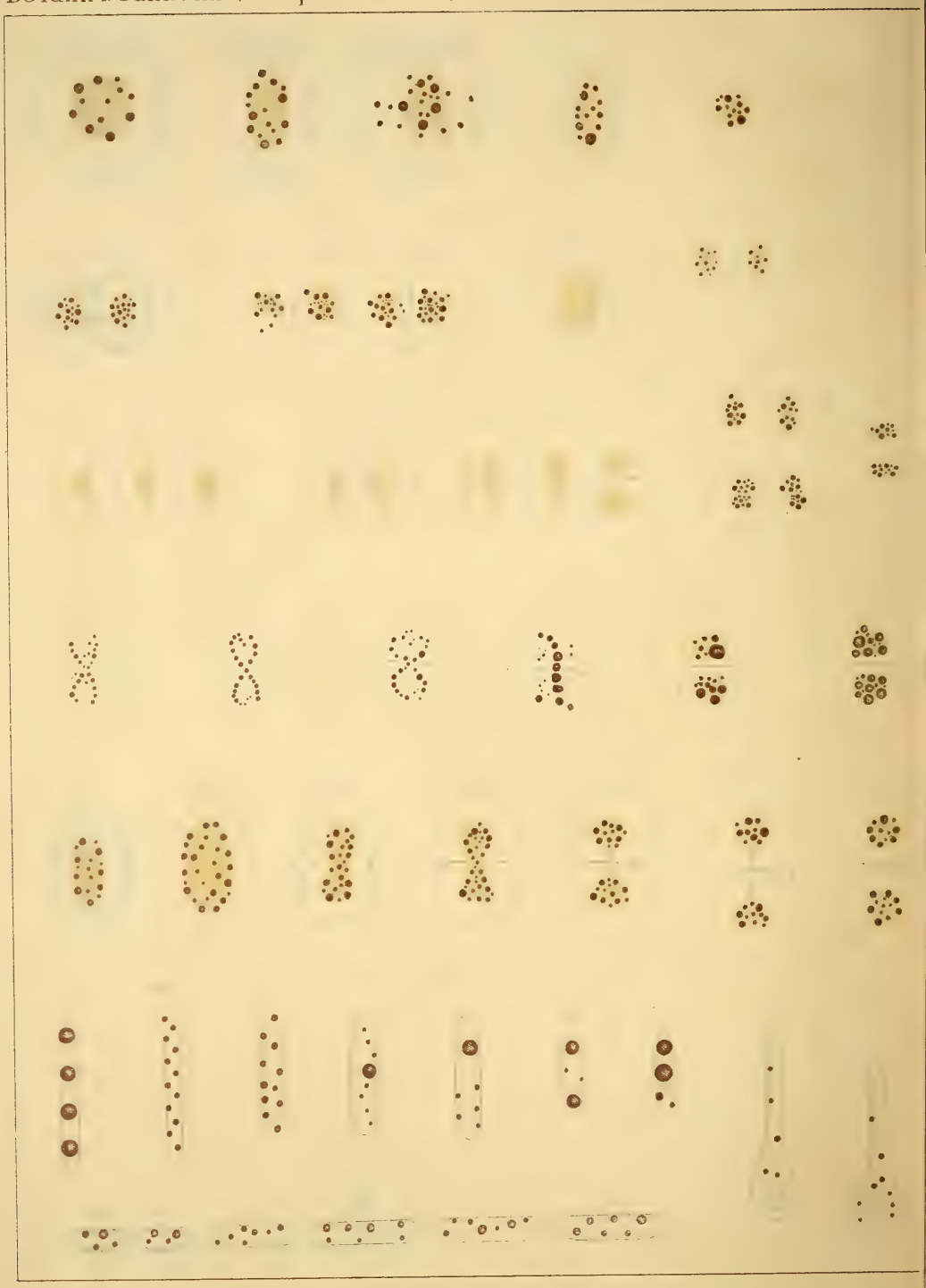
Fig. 54. $^{1000}/_{1}$. Ein Teil aus der Mitte des Fadens. a—o vegetative Zellen, s—Spore. Protoplasmatische Verbindungen zwischen Spore (s) und vegetativen Zellen (a u. b).

Fig. 55. $^{1000}/_{1}$. Ein Teil aus der Mitte des Fadens: a — a vegetative Zellen, h—Heterocyste. Protoplasmatische Verbindungen zwischen Heterocyste (h) und vegetativen Zellen (a—a).

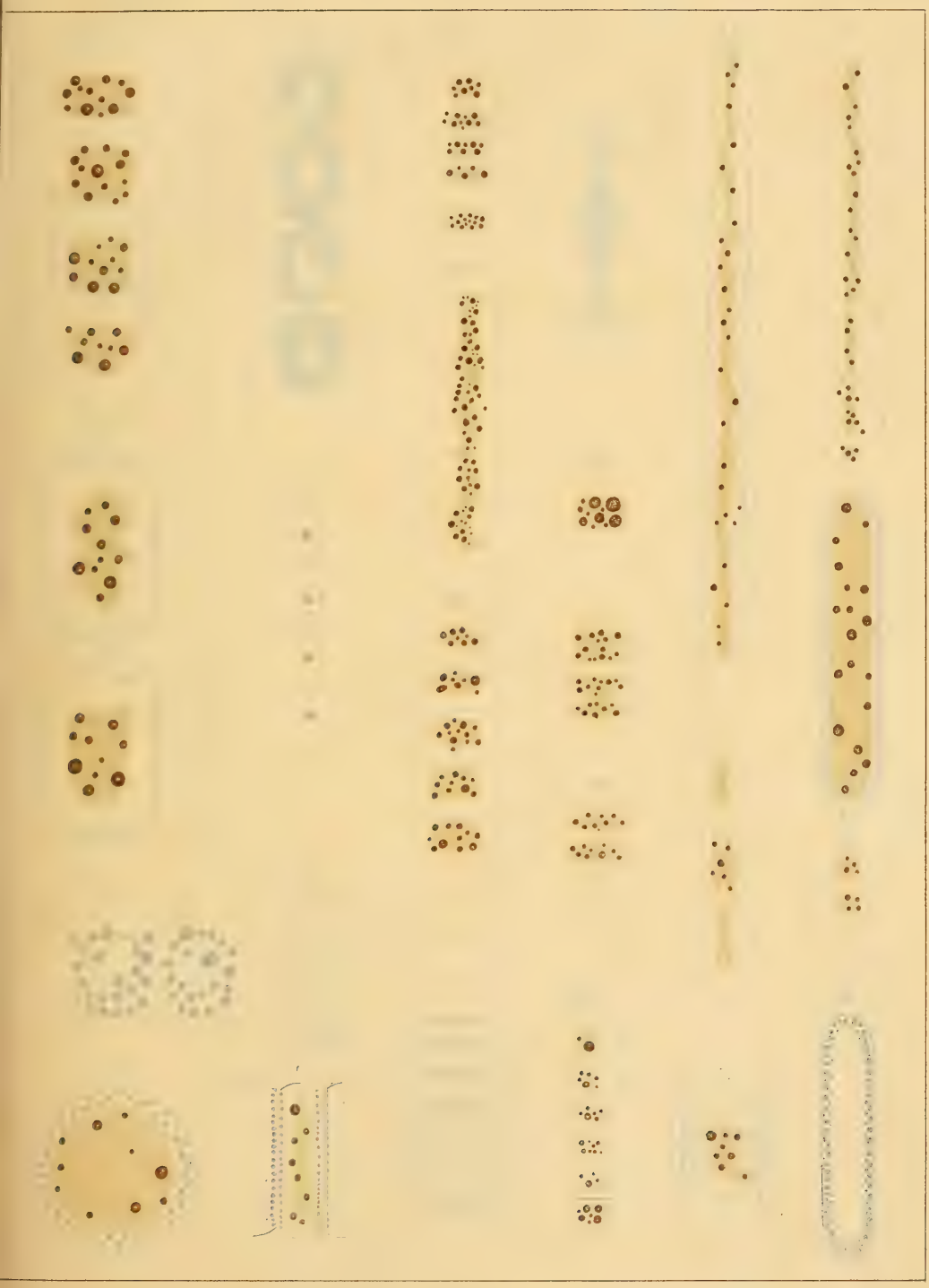
Fig. 56. $^{1000}/_{1}$. Eine junge Spore (s) zwischen zwei sich teilenden vegetativen Zellen (a—b).

Fig. 57. $^{2000}/_{1}$. Eine vegetative Zelle aus der Mitte des Fadens.

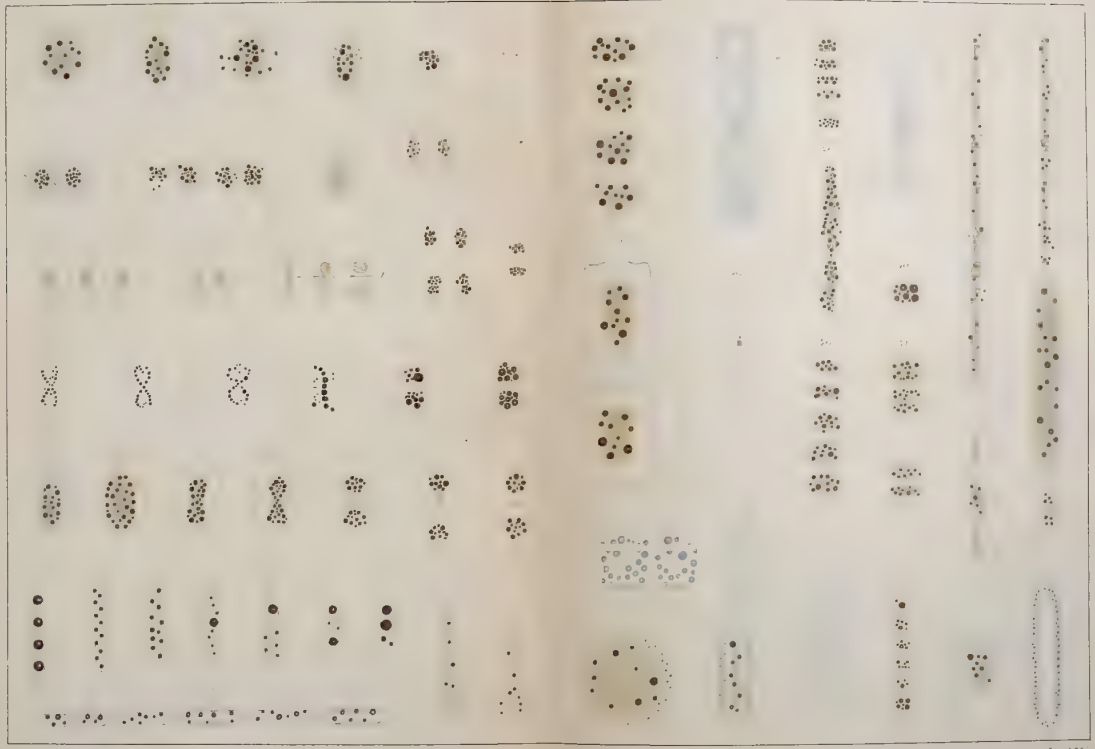
Fig. 58. $^{1000}/_{1}$. Eine reife Spore.



Nikolsen vid. nat. del.



Лито-Металографія Ш. ИВАНСОНЪ, Петерб. Бол. пр. 1 С. П. Б.



Litho. ex not. Bal.

Лит. Фототипия и Мастерск. Упр. г. Бел. пр. 1.2.3.4

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00903 3259